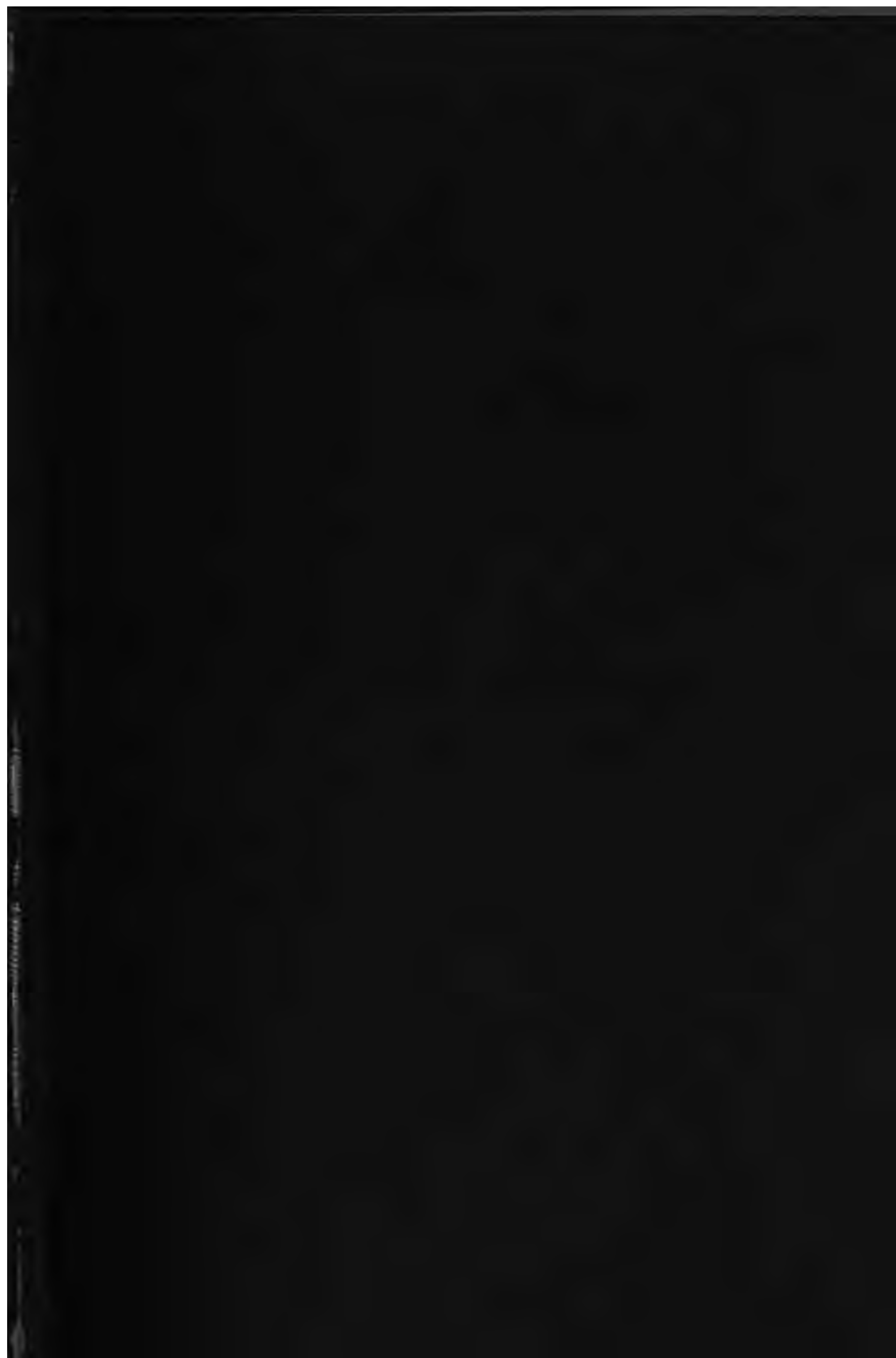


O. SPITTA

GRUNDRISS DER HYGIENE



GRUNDRISS DER HYGIENE

FÜR

STUDIERENDE, ÄRZTE, MEDIZINAL- UND VERWALTUNGS-BEAMTE UND IN DER SOZIALEN FÜRSORGE TÄTIGE

VON

PROFESSOR DR. MED. **OSCAR SPITTA**
GEHEIMER REGIERUNGSRAT
PRIVATDOZENT DER HYGIENE AN DER UNIVERSITÄT BERLIN

MIT 197 ZUM TEIL MEHRFARBIGEN TEXTABBILDUNGEN



BERLIN
VERLAG VON JULIUS SPRINGER
1920

Vorwort.

Von der Ansicht ausgehend, daß Hygiene zum großen Teil angewandte Physiologie und Pathologie ist, habe ich, als ich der Aufforderung, einen Grundriß der Hygiene zu schreiben, folgte, den Stoff im wesentlichen nach physiologischen Gesichtspunkten geordnet, abweichend von der sonst in den Lehrbüchern der Hygiene üblichen Reihenfolge. Nur der sechste Abschnitt, der vorwiegend gesundheitstechnische Fragen behandelt, nimmt in dieser Beziehung eine Sonderstellung ein. Wo der Stoff es erlaubte, habe ich ferner zunächst die normalen Einwirkungen der Umwelt auf den Organismus betrachtet und dann erst gesondert die Veränderung der Verhältnisse in der für den Menschen schädlichen Richtung dargestellt. Maßgebend war hierfür, daß es erfahrungsgemäß bei hygienischen Fragen oft schwer ist, anzugeben, wo die Grenze liegt, bei welcher ein Einfluß der Umwelt beginnt, schädlich zu wirken und daß ich durch diese Unterteilung für den Leser das Verständnis zu erleichtern hoffte. Zuzugeben ist allerdings, daß eine solche Grenze oft überhaupt mit Sicherheit nicht festgelegt werden kann und daß bei dieser Wahl der Einteilung es sich nicht vermeiden läßt, manche Punkte an verschiedenen Stellen des Buches mehrmals zu erörtern.

Verhältnismäßig eingehend habe ich die Gesetzgebung usw. berücksichtigt, dagegen konnte ich die Untersuchungsmethoden bei dem vorgeschriebenen beschränkten Umfang des Buches nur kurz, manchmal nur unter Angabe des Prinzips, besprechen.

Der Verlagsbuchhandlung bin ich für die sorgfältige Ausstattung des Buches dankbar. Ein Teil der Abbildungen konnte Werken entlehnt werden, welche im Verlage von Julius Springer bereits früher erschienen sind. Die Abbildungen 41, 45, 46, 67, 113 und 151 sind mit Erlaubnis des Reichsgesundheitsamtes nach Darstellungen gefertigt worden, welche auf der Dresdener Hygiene-Ausstellung zur Schau gestellt waren. Eine größere Reihe von Abbildungen sind Originale bzw. Neuzeichnungen.

Möchte dieses kleine Werk mithelfen, die Kenntnisse der Hygiene den Kreisen zu vermitteln, für welche sie von Belang sind.

Berlin, im Dezember 1919.

Der Verfasser.

Inhaltsverzeichnis.

Erster Abschnitt.

Die Mikroorganismen.

Anhang.

Zweiter Abschnitt.

Gaswechsel und Wärmehaushalt.

Dritter Abschnitt.

Die Hygiene der Nahrungs- und Genußmittel.

Vierter Abschnitt.

Die Hygiene der Sinnesorgane und die Körperpflege.

Fünfter Abschnitt.

Entwicklung, Fortpflanzung, Berufstätigkeit.

Sechster Abschnitt.

Die Wohnung und die mit ihr zusammenhängenden Fragen der öffentlichen Gesundheitspflege (mit Ausnahme der bereits im 2. und 4. Abschnitt behandelten Fragen der Belüftung, der Heizung und der Beleuchtung).

Seite

Anhang.

Die Unterbringung von Kranken, Obdachlosen, Reisenden und Gefangenen.

Siebenter Abschnitt.

Einteilung, Ziele, Erfolge und Organisation der Gesundheitspflege.

Erster Abschnitt.

Die Mikroorganismen.

I. Die Beziehungen der Mikroorganismen zum Kreislauf der Materie.

Die Materie kann zwar verwandelt, aber nicht zerstört werden. In den unablässigen Kreislauf, in welchem wir die verschiedenen Formen der Materie auftreten sehen, reiht sich auch das menschliche Leben als eines der vielen Glieder ein, und es ist daher selbstverständlich, daß es eine große Menge von Beziehungen zwischen ihm und den es umgebenden Stoffen und Kräften geben muß. Ihren Einfluß auf die Gesundheit von Körper und Geist des Menschen zu untersuchen, ist Aufgabe der Hygiene.

Der Heilbronner Arzt Julius Robert Mayer hat 1848 in seiner Abhandlung „Beiträge zur Dynamik des Himmels" zuerst darauf hingewiesen, daß die Sonne der Quell aller Kraft auf der Erde ist, nachdem er schon vorher (1842) erkannt hatte, daß das Prinzip von der Erhaltung der Energie in der Natur allgemein maßgebend sei.

In der Tat ist die Sonne der große Motor, der in unserem Weltsystem die Umwandlung von Materie und Energie in andere Formen bewerkstelligt. Die Erhaltung des Kreislaufs des Lebens wird dadurch ermöglicht, daß die Entwicklung der Pflanzen- und Tierwelt ineinander eingreift wie ein Rad in das andere eines Uhrwerkes, d. h. der Lauf des einen wird erst durch das Dasein des andern ermöglicht.

Es wird genügen, diese bekannten Tatsachen mit Hilfe eines Schemas in die Erinnerung zurückzurufen (Abb. 1).

Unter dem Einfluß des Sonnenlichts „assimiliert" die grüne (chlorophyllführende) Pflanze den Kohlenstoff aus der Kohlensäure der Luft und benutzt ihn zum Aufbau ihrer Leibessubstanz. Der neben diesem Assimilationsprozeß hergehende Prozeß der „Dissimilation", d. h. die Aufnahme von Sauerstoff und Ausscheidung von Kohlensäure (Atmung) tritt gegen die Assimilation quantitativ gewöhnlich zurück und wird nur bemerkbar bei fehlender Belichtung.

Nimmt die Pflanze den Kohlenstoff aus der Luft, so entzieht sie den notwendigen Stickstoff nebst Wasser und Salzen dem Boden. Das Wasser wird zum größten Teil von den oberirdischen Pflanzenteilen wieder abgegeben.

Aus der Pflanze baut der Pflanzenfresser seine Leibessubstanz auf, aus der Leibessubstanz des Pflanzenfressers z. T. der Fleischfresser seinen Körper.

Das natürliche Ende nach vollendeter Entwicklung des Individuums ist der Tod. Die Prozesse des Aufbaues und der Regeneration kommen zum Stillstand. Soll die Materie dem allgemeinen Kreislauf wieder zugeführt, nutzbar gemacht werden, so muß der Abbau des komplizierten Organismus beginnen.

Die früher geltende Anschauung, daß der Abbau toter organischer Körper und der vom lebenden Körper ausgeschiedenen Schlackenstoffe (Harn, Kot) auf rein chemischem Wege vor sich gehe (Liebig), wurde durch die Arbeiten Pasteurs († 1895) u. a. dahin umgewandelt, daß die Prozesse der Gärung, der Fäulnis, der „Selbstreinigung", der Mineralisierung organischer Stoffe ohne die Mitwirkung von Mikroorganismen nicht möglich sind.

Die Vorgänge, welche sich bei diesen Zersetzungen abspielen, sind komplizierter Natur.

Selten ist nur eine Mikroorganismenart an der Arbeit beteiligt, meist arbeiten mehrere Arten gemeinsam (Symbiose) oder lösen sich gegenseitig in ihrer Tätigkeit ab (Metabiose).

Die Endprodukte völliger Zersetzung sind, abgesehen von den übrig bleibenden Mineralsalzen, Wasserdampf, Ammoniak und Kohlen-

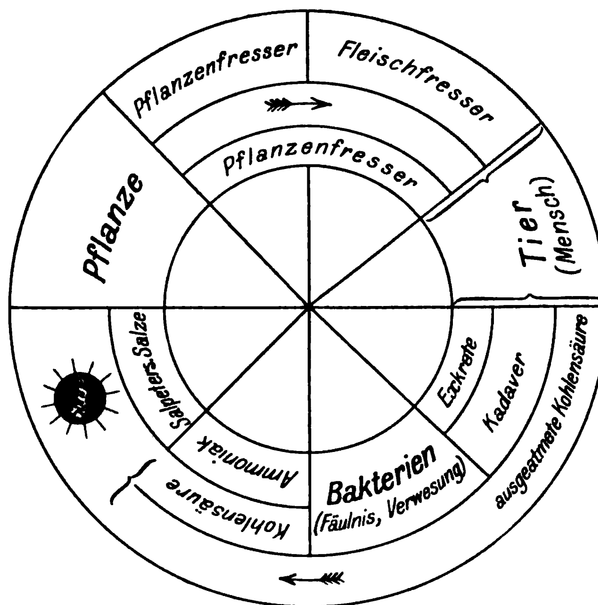


Abb. 1. Schema des Kohlenstoff- und Stickstoff-Kreislaufes.

säure. Letztere geht, wie wir sahen, auf dem Wege der Assimilation durch die Pflanzen in den Kreislauf zurück. Das Ammoniak geht mit Hilfe „nitrifizierender" Bakterien in höhere Oxydationsstufen (salpetersaure Salze) über und wird so von den Wurzeln der Pflanzen wieder aufgenommen. Der Kreislauf des Wassers liegt am klarsten vor Augen.

Unter den Mikroorganismen sind es vor allem die **Bakterien** (Spaltpilze), welche die wichtige Rolle des Abbaues organischer Stoffe zu elementaren Verbindungen im Kreislauf der Natur übernehmen. Daneben arbeiten jedoch auch andere niedere Pflanzen und niedere Tiere in mehr oder minder großem Umfange an dem Zerstörungswerke mit. Aus den Ruinen aber erblüht neues Leben.

A. Systematischer Überblick über die niederen Pflanzen[1]).

Die untere Stufe des Pflanzenreiches, die Kryptogamen zeichnen sich bekanntlich dadurch vor den höher organisierten Phanerogamen aus, daß sie sich nicht durch vielzellige Gebilde, Samen genannt, fortpflanzen, sondern durch einzellige, die Sporen, oder durch Zweiteilung, und daß sie blütenlos sind.

Die erste Hauptgruppe der Kryptogamen, die Thallophyten, zeigen noch keine Gliederung in Stengel, Blätter u. a. m., sondern nur die einfache Form des Thallus, welcher ein einzelliges oder mehrzelliges nicht verzweigtes oder verzweigtes Gebilde darstellt. Phylogenetisch läßt sich die Gruppe der Thallophyten in eine ganze Reihe von Klassen einteilen, jedoch ist die Einteilung vom physiologischen Standpunkt aus in Pilze (Fungi), Algen (Algae) und Flechten (Lichenes, Symbiose zwischen Fadenpilzen und Algen) für den vorliegenden Zweck die geeignetere.

Von besonderer hygienischer Bedeutung ist die Klasse der Pilze, ausgezeichnet gegenüber den anderen Thallusgewächsen durch ihren Mangel an Chlorophyll. Das Chlorophyll, der grüne Pflanzenfarbstoff und die roten und braunen Nebenfarbstoffe ermöglichen es, wie oben schon erwähnt, der Mehrzahl der höheren und einer Reihe von niederen Pflanzen unter dem Einflusse des Lichts (im besonderen der roten bis gelben Teile des Spektrums), aus der Kohlensäure der Luft den Kohlenstoff zu „assimilieren". Während also die grüne Pflanze völlig mit den anorganischen Nahrungsstoffen des Bodens, mit Wasser und mit der Kohlensäure der Luft für ihre Ernährung und ihr Wachstum ausreicht, sind die chlorophyllfreien Pflanzen, genau wie die animalischen Lebewesen, auf fertige organische Substanz angewiesen.

Hierin liegt ein fundamentaler Unterschied zwischen den genannten Gruppen.

Pilze.

Diese kryptogamen chlorophyllfreien Pflanzen pflegt man in zwei Gruppen zu trennen: die sich in der Regel durch Spaltung, Zweiteilung vermehrenden einzelligen Schizomycetes oder Spaltpilze (Naegeli 1857) und die höheren Pilze, Eumycetes oder Hyphenpilze, die gewöhnlich aus fadenförmigen, in der Regel durch Spitzenwachstum sich vergrößernden Gebilden bestehen, welche auch echte Verzweigungen zeigen. Man nennt sie daher auch Fadenpilze.

Unter den Eumycetes sind verschiedene Arten von hygienischer Bedeutung, so die zur Gruppe der Ascomycetes (Schlauchpilze) gehörenden gewöhnlichen Schimmelarten Aspergillus, Penicillium, Mucor, dann Leptomitus, Saprolegnia, Oidium; die Hefepilze; ferner die parasitischen Pilze (z. B. Peronospora viticola, das Mutterkorn Claviceps purpurea).

Zwischen den Spaltpilzen und den Fadenpilzen stehen noch eine Reihe anderer, teils Farbstoff führender, teils farbstofffreier Organismen, welchen man hauptsächlich bei der biologischen Wasseruntersuchung begegnet, und welche man unter dem Namen der Algen zusammenfaßt: z. B. Spaltalgen (z. B. Oscillatoria), Flagellaten (z. B. Euglena viridis), Konjugaten (z. B. Spirogyra), Diatomeen oder Kieselalgen, sehr häufig im Plankton (z. B. Melosira, Asterionella u. a.), Grünalgen (z. B. Volvox, Chlorella, Cladophora), Rotalgen, von denen z. B. einige das Agar-Agar liefern, und manche andere. Zum genaueren Studium aller dieser Formen muß auf die Lehrbücher der Botanik, der Mykologie und der Biologie verwiesen werden.

Daß sich unter den höheren Pflanzen zahlreiche Giftgewächse befinden, ist allgemein bekannt.

[1]) Nach dem natürlichen System.

B. Systematischer Überblick über die niederen Tiere.

Hygienisch interessieren hauptsächlich Protozoen, Würmer und Gliederfüßler.

I. Protozoen.

Unter den Protozoen finden sich eine Reihe wichtiger Schmarotzer, ferner Organismen, welche in der Wasserbiologie für die Selbstreinigung der Gewässer eine Rolle spielen (Bakterienfresser).

Unter den verschiedenen Klassen der Protozoen sind zu nennen:

a) Die Geißelträger (Mastigophora), und zwar hauptsächlich die Unterklasse der Flagellaten. Hierher gehören die Trypanosomen, die Leishmanien; von Wasserorganismen die Bodonen u. a.

b) Die Sarkodina. Ihre hygienisch wichtigste Unterklasse sind die Wurzelfüßer (Rhizopoden) und unter diesen die Amöben, z. B. die Ruhramöben.

c) Die Sporozoen. Hierher gehören z. B. die Malariaerreger.

d) Die Ciliophora, im besonderen deren Unterklasse: die Ciliaten. Hierher gehören eine große Reihe von Organismen, welche im Wasser leben und als Bakterien- und Detritusfresser eine Bedeutung haben, z. B. Colpidium, Glaucoma, Paramaecium, Stentor, Vorticella, Carchesium.

Zu den Protozoen sind wahrscheinlich auch die Spirochäten und die Chlamydozoen zu rechnen, doch ist ihre Stellung noch strittig. Im folgenden sind sie daher bei den Spaltpilzen mit abgehandelt worden.

II. Von den **Würmern** kommen, abgesehen von den Rädertieren (z. B. Rotifer, Synchaeta, Polyarthra, Brachionus, Anuraea), gewisse größere Formen (z. B. Haplotaxis, Nephelis, Tubifex) in Wasser und Schlamm vor und sind hier oft von diagnostischem Wert.

Wichtiger sind die schmarotzenden Würmer, und zwar die Saugwürmer (Trematodes), unter ihnen die Bilharzia (Schistosomum haematobium), dann die Bandwürmer (Cestoden) und die Rundwürmer (Nematoden). Unter letzteren sind für die menschliche Hygiene bedeutungsvoll das Ankylostomum duodenale, die Trichine und die Filarien.

III. Gliederfüßler (Arthropoden)[1].

a) Crustaceen. Die Kleinkrebse bilden einen erheblichen Teil des Reinwasserplanktons und sind daher von diagnostischer Bedeutung beim Studium der Selbstreinigung der Gewässer. Sie sind auch eine wichtige Fischnahrung. Beispiele: Gammarus, Daphnia.

b) Spinnentiere (Arachnoidea). Unter ihnen sind die Milben (Acarina) zu nennen, und zwar die Krätzmilbe (Sarcoptes scabiei) und die Haarbalgmilbe (Demodex folliculorum), ferner die Zecken (Ixodidae) mit den Unterfamilien Argasinae und Ixodinae. Die Argasinen sind hauptsächlich von veterinärhygienischer Bedeutung, insofern sie das Texasfieber, die Hämoglobinurie der Rinder, das ostafrikanische Küstenfieber und die Piroplasmose der Rinder, Hunde und Pferde zu übertragen vermögen, die Ixodinen können auch für den Menschen als Krankheitsüberträger wichtig sein. So überträgt die Zecke Ornithodorus moubata das afrikanische und die Zecke Argas persicus bisweilen das europäische Rückfallfieber. Im übrigen spielt die Gattung Argas auch bei der Übertragung der Spirochäten des Geflügels eine Rolle.

c) Insekten. Als Schmarotzer und Krankheitsüberträger beim Menschen sind hier zu nennen aus der Untergruppe der Rhynchoten die Bettwanze (Cimex lectularius). Als unmittelbare Krankheitsüberträgerin scheint sie nur bei dem Kala-Azar eine gewisse Bedeutung zu haben, aber infektiöse Keime scheinen sich längere Zeit in ihrem Körper lebend zu erhalten und in diesem Sinne kann sie auch gelegentlich mittelbar, z. B. durch Zerdrücktwerden auf der Haut, nachdem sie infektiöses Blut gesogen hat, eine Infektionskrankheit, z. B. Recurrens, übermitteln.

[1]) Die meisten der hier zur Vervollständigung der Übersicht aufgeführten Tiere sind nicht bei der Zersetzung organischer Stoffe beteiligt, sondern kommen als Parasiten und Krankheitsüberträger in Betracht. Wegen der betreffenden Krankheiten vgl. die folgenden Kapitel.

Aus der Unterklasse der Dipteren sind zu nennen: Flöhe (Puliciden), Mücken (Culiciden) und Fliegen (Musciden).

Der Menschenfloh (Pulex irritans) scheint als Krankheitsvermittler nicht in Betracht zu kommen. Der tropische Rattenfloh (Xenopsylla cheopis) überträgt die Bubonenpest von der Ratte auf den Menschen.

Die gewöhnliche Stechmücke (Culex pipiens) vermittelt, soweit bekannt, keine Infektionskrankheiten, um so wichtiger ist die Gattung Anopheles als Malariaüberträger und Stegomyia calopus als Gelbfieberüberträger. Weniger bedeutungsvoll ist die Papatacimücke (Phlebotomus papatasii), die Überträgerin des Papatacifiebers.

Von den Fliegen kann die gewöhnliche Hausfliege (Musca domestica) passiv viele Infektionskeime, z. B. Typhusbazillen, verschleppen. Die heimische Stechfliege (Stomoxys calcitrans) kann wahrscheinlich gelegentlich Spirochäten und Trypanosomen übertragen. Die Fliegen Glossina palpalis und morsitans übertragen in Afrika die Schlafkrankheit auf den Menschen und die Nagana auf die Rinder.

Von Läusen kommen drei Arten bei dem Menschen vor, die Kopflaus, die Kleiderlaus und die Filzlaus. Als Krankheitsüberträgerin kommt vor allen, wenn nicht allein, die Kleiderlaus in Betracht. Sie übermittelt das Fleckfieber, vielleicht auch das Rückfallfieber.

Die giftigen höheren Tiere (Giftschlangen, Amphibien, Fische) fehlen in unserem Klima größtenteils oder sind praktisch von untergeordneter Bedeutung.

C. Die Spaltpilze (Schizomycetes, Bacteria).

Die Einteilung dieser Gruppe ist keine einheitliche, sondern erfolgt nach verschiedenen Systemen (Ferd. Cohn, Fischer, Migula, Lehmann-Neumann u. a.).

Äußere Erscheinungsformen (Morphologie).

Diese kleinsten pflanzlichen Gebilde bestehen aus einzelnen kernlosen Zellen, von denen mehrere zu fadenartigen, meist unverzweigten oder nur scheinbar verzweigten Gebilden verbunden sein können. Doch kommen auch echte Verzweigungen vor. Die umhüllende Membran ist gewöhnlich so dünn, daß sie optisch nicht besonders in die Erscheinung tritt. Die Zellmembran schließt das Plasma ein, welches vorwiegend aus Wasser, Salzen und Eiweißkörpern in wechselnden Mengen besteht, daneben noch aus geringen Mengen alkohol- oder ätherlöslichen Stoffen. Lösen sich die Zellmembranen auf, so können sich die benachbart liegenden Bakterien zu einer schleimartigen Masse (Zoogloea) vereinigen. Umgekehrt kann sich die Membran auch deutlicher vom Plasma abheben und als Kapsel (Kapselbakterien) oder Scheide (bei den Fadenbakterien) in die Erscheinung treten.

Das Plasma schrumpft durch Einwirkung wasserentziehender Mittel (Plasmolyse). Im Gegensatz dazu stellt die Plasmoptyse einen Austritt von Plasma aus den Zellen vor. Die im Plasma bzw. in den Scheiden beobachteten Körner können aus Fetten, Kohlehydraten, Eiweiß oder Schwefel oder Eisenoxydhydrat bestehen. Die Formen der Bakterienzellen entbehren durchaus der Mannigfaltigkeit, welche viele höhere Mikroorganismen (z. B. die Diatomeen) auszeichnet.

Wir können die Formen der Bakterien auf drei Grundtypen verteilen, welche durch die Gestalt einer Kugel, die Gestalt eines mehr oder minder langen und dicken Stabes und durch eine ganze Schraubenwindung[1]) oder einen Bruchteil derselben charakterisiert sind (Abb. 2). Diesen drei Formen sind noch anzureihen die Fadenbakterien (Fadenalgen),

[1]) Neuerdings bevorzugt man die Einteilung der Schraubenbakterien nach der Art der Begeißelung.

welche mit und ohne Scheiden versehene längere Fäden darstellen (Beggiatoa, Crenothrix usw.).

Die zum Typus Kugel gehörenden Bakterien werden als Coccaceen oder Kokken, die stäbchenförmigen als Bakterien oder Bazillen und die schraubenförmigen als Vibrionen (Teil eines Schraubenumgangs) und Spirillen bezeichnet. Übergänge zwischen Stäbchen- und Schraubenformen kommen vor. Als 4. Gruppe kann man die Fadenbakterien rechnen. Je nach der Lagerung der Kokken zueinander, bzw. nach der Form des Verbandes untereinander spricht man von Diplokokken (2), Tetraformen (4), Sarcinen (Warenballenform, Teilung einer Zelle in mindestens 8 Teile nach drei Richtungen), Streptokokken (Ketten), Staphylokokken (weintraubenartige Häufung).

Echte Verzweigungen sind bei den Bakterien selten, Scheinverzweigungen werden öfter beobachtet. Gewisse Bakterienstäbchen zeigen an den Enden kolbige Verdickungen (Diphtheriebazillen, Rotzbazillen).

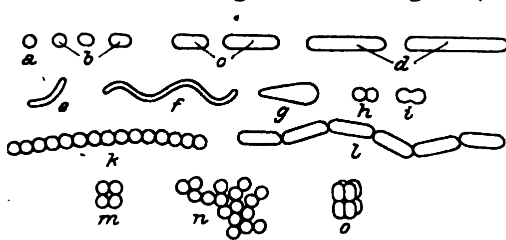


Abb. 2. Bakterienformen nach Buchner.

a = Kugelform.
b = Ovalform.
c = Kurzstäbchen.
d = Langstäbchen.
e = Kommaform.
f = Spiralform.
g = Keulenform.
h = Doppelkugel.
i = Semmelform.
k = Kugelfaden.
l = Gliederfaden.
m = Tetraform.
n = Traubenform.
o = Warenballenform.

Die Bakterien gehören zu den kleinsten Lebewesen. Daß sie aber die kleinsten überhaupt existierenden sind, darf aus der mikroskopischen Untersuchung nicht gefolgert werden, vielmehr lehren uns die Erfahrung und das Experiment, daß es wohl auch „ultravisible“ Lebewesen gibt, die zu erkennen unsere bisherigen optischen Hilfsmittel nicht ausreichen. Der Breitendurchmesser der Bakterien schwankt gewöhnlich zwischen 0,1 und 4,0 μ und beträgt meist ungefähr 1 μ (1 μ = $^{1}/_{1000}$ Millimeter), die Länge zwischen 1,0 und 10,0 μ, doch werden diese Werte von einzelnen Arten (z. B. den Schwefelbakterien u. a.), häufig nach oben hin überschritten. Entsprechend ihrer geringen Größe ist das Gewicht der Bakterien sehr klein, das durchschnittliche Gewicht von 1 Million kleinerer Bakterien mag man zu $^{1}/_{1000}$ mg annehmen.

Die Gestalt der Bakterien kann bei derselben Gattung innerhalb einer gewissen Breite sich verändern, indem verschiedene Stämme der gleichen Bakterienart Varietäten aufweisen ohne näher erkennbare Ursachen, daneben aber der gleiche Stamm durch Kultivieren auf verschiedenen Nährböden zu einer Variation seiner Form gebracht werden kann. Ungünstige oder außergewöhnliche Ernährungsbedingungen, aber auch andere noch wenig bekannte Ursachen führen schließlich zu wirklich degenerierten Formen, den sog. Involutionsformen. Dieselben finden sich ganz gewöhnlich z. B. in alten Bakterienkulturen.

Die Variation geht aber nach unseren derzeitigen Kenntnissen niemals bis zu einer völligen Umwandlung einer Bakterienart in die andere. Dagegen haben in den letzten Jahren die bei Bakterien beobachteten Erscheinungen der sog. Mutation, d. h. das sprungweise Auftreten neuer Eigenschaften (z. B. der Virulenz) besondere Beachtung gefunden. Jedoch muß bei der Deutung beobachteter Erscheinungen als Mutation mit großer Kritik vorgegangen werden (Mischkulturen!).

Lebensäußerungen der Bakterien.

1. Bewegung.

Die meisten Bakterien, welche Eigenbewegung zeigen, verdanken dieselbe bestimmten Ruderorganen, den Geißeln, welche entweder nur an den Polen der Organismen oder über den ganzen Organismus verteilt angebracht sind. Da sich die Geißeln an manchen Bakterien schwer sichtbar machen lassen, kann der Anschein entstehen, daß es auch Eigenbewegung ohne Geißeln gibt. Eine solche kommt nur bei wenigen Mikroorganismen, z. B. bei Beggiatoa vor.

Nicht zu verwechseln ist die Eigenbewegung von Bakterien mit der Brownschen Molekularbewegung (zitternde oder tanzende Bewegung ohne wesentlichen Ortswechsel), welche auch unbelebte schwebende Teilchen zeigen.

Die Geschwindigkeit der Bewegung der Bakterien ist verschieden groß auch bei morphologisch sich nahestehenden Arten, so besitzt z. B. der Typhusbazillus eine lebhafte, das Bacterium coli nur eine verhältnismäßig träge Eigenbewegung.

Die Beweglichkeit nimmt im allgemeinen mit dem Alter einer Bakterienkultur ab.

Schwingende und kriechende Bewegungen beobachtet man bei einzelnen Fadenbakterien (Oscillatoria).

Bewegungserscheinungen, d. h. Ortsänderungen der Bakterien können durch anlockende und abstoßende chemische Wirkung hervorgerufen werden (positive und negative Chemotaxis), besonders die Gegenwart freien Sauerstoffs wirkt auf sauerstoffhungrige (strengaerobe) Bakterien anziehend.

2. Stoffwechsel und Ernährung.

Die Bakterien ernähren sich auf dem Wege der Osmose und des Gaswechsels, sie bedürfen als Nahrungsstoffe Wasser, Salze, Stickstoff und Kohlenstoff, ferner meist Sauerstoff und gewöhnlich Schwefel und Phosphor. Entsprechend ihrem hohen Wassergehalt (die Trockensubstanz der Bakterien beträgt im Mittel etwa 15—20 %) gedeihen sie (wenigstens die vegetativen Formen) nur bei reichlicher Anwesenheit von Wasser, d. h. auf feuchten oder flüssigen Nährsubstraten und sind gegen Austrocknung sehr empfindlich.

Die für die Bakterienernährung wichtigsten Elemente sind das Kalium, das Magnesium, Schwefel und Phosphor.

Der Stickstoff kann den Bakterien in verschiedener Form geboten werden, entweder in der Form des organisch gebundenen Stickstoffes, d. h. als Eiweißstoff, welchen die meisten Bakterien (z. B. die Fäulnisbakterien) zu einfacheren Verbindungen, d. h. bis zum Ammoniak abbauen (auch nitratreduzierende „denitrifizierende" Bakterien sind bekannt) oder auch in Form dieser einfachen Verbindung, welche einige Bakterien (Nitrit- und Nitratbildner) in höhere Oxydationsstufen verwandeln („nitrifizieren"). Spaltpilze, welche freien Stickstoff aus der freien Atmosphäre bzw. der Bodenluft aufnehmen (Nitrogenbakterien), sind die mit den Leguminosen symbiotisch gedeihenden Knöllchenbakterien (B. radicicola und andere Arten) oder auch die unabhängig Stickstoff assimilierenden Bakterien (Azotobacter).

Im Gegensatz hierzu vermögen auch einzelne Bakterienarten aus gebundenem Stickstoff (z. B. Nitraten) freien Stickstoff zu entbinden.

Diese Verhältnisse sind von großer Bedeutung für die Landwirtschaft sowie für alle Vorgänge der Kadaververnichtung auf natürlichem biologischen Wege (Fäulnis, Verwesung). Die Stickstoffansprüche der Bakterien sind sehr verschieden. Die schmarotzenden Bakterien einschließlich der Infektionserreger beanspruchen fast ausschließlich organisch gebundenen Stickstoff (Eiweißstoffe) in reichlicher Menge. Im Gegensatz hierzu kommen gewisse anspruchslose Wasserbakterien mit minimalen Mengen Stickstoff einfachster Bindung aus.

Auch der Kohlenstoff kann in verschiedener Form geboten werden, doch muß er fast ausschließlich in Form der organischen Verbindung vorliegen. Freie Kohlensäure wird nur von wenigen Bakterien assimiliert.

In Betracht kommen als Nährstoffe hauptsächlich die Kohlehydrate, gewisse organische Säuren und die Alkohole, auch Glykoside, weniger die Fette, welche für die Bakterien schwer angreifbar sind.

Sauerstoff ist für die Mehrzahl der Bakterien zur Atmung notwendig. Eine große Anzahl von ihnen (obligat aerobe) gehen ohne Sauerstoff zugrunde oder vermögen sich mindestens bei Sauerstoffabschluß nicht zu entwickeln (B. fluorescens liq., viele Vibrionen, z. B. der Vibrio chol. asiat. usw.), andere entwickeln sich sowohl bei Sauerstoffanwesenheit wie bei Sauerstoffabwesenheit (fakultativ anaerobe), z. B. das B. coli, gewöhnlich aber bei Sauerstoffzutritt besser als ohne diesen und schließlich gibt es eine Gruppe von Bakterien, für welche die Anwesenheit des Sauerstoffs ein Wachstumshindernis bildet (obligat anaërobe Bakterien), doch ist es wahrscheinlich, daß auch sie minimale Mengen von Sauerstoff benötigen, welche bei unseren Methoden der sauerstofffreien (anaeroben) Züchtung zurückbleiben.

Symbiotisch lassen sich aerobe und anaerobe Keime nebeneinander kultivieren, indem z. B. die Aeroben durch Ansichreißen des Sauerstoffs die Existenzmöglichkeit für die Anaeroben schaffen.

Während also der Stoffwechsel der aeroben Bakterien denen der Tiere ähnelt, indem sie kohlenstoffhaltiges Nährmaterial teils zum Aufbau ihres Körpers verwenden, teils zu Kohlensäure und Wasser verbrennen, um daraus die Energie zur Erhaltung ihrer Lebenstätigkeit zu gewinnen, verschaffen sich die obligat oder fakultativ anaeroben Bakterien diese Energie durch Aufspaltung komplizierter chemischer Verbindungen in einfachere. Hierher gehören die meisten Erreger der stinkenden Fäulnis, die Erreger von spezifischen Gärungen usw. Bei dieser Zersetzung kommt es nicht bis zur Bildung der Endprodukte, Kohlensäure und Wasser, vielmehr werden Produkte unvollständiger Zersetzung (Säuren, stinkende Gase u. dgl.) gebildet. Unter den krankheitserregenden obligat anaeroben Bakterien sind zu nennen der Bac. tetani und der Bac. oedematis maligni, ferner der Bac. botulinus.

Von Interesse ist die Gruppe der Schwefelbakterien. Sie ernähren sich von dem bei der Eiweißfäulnis entstehenden Schwefelwasserstoff, welchen sie zu Schwefel oxydieren, und im Innern ihres Körpers in Form von Schwefelkörnchen aufspeichern (Winogradsky). Im Hungerzustand, d. h. bei fehlendem Schwefelwasserstoff, oxydieren sie dann oft den Schwefel weiter zu Schwefelsäure und tragen auf diese Weise zur Mineralisierung toten eiweißhaltigen Materiales bei. Zu den Schwefelbakterien gehören hauptsächlich die Gattungen Thiothrix, Beggiatoa, sowie ein Teil der sog. Purpurbakterien. Letztere sollen gleichzeitig die Fähigkeit besitzen wie die chlorophyllhaltigen Pflanzen Kohlensäure zu assimilieren.

Die sog. „Eisenbakterien" (Chlamydothrix, Gallionella, Crenothrix u. a.) gewinnen wahrscheinlich ihre Stoffwechselenergie aus der Oxydation von Eisenoxydul- zu Eisenoxydverbindungen. Auch Mangan kann in ähnlicher Weise von Bakterien gespeichert werden.

3. Vorkommen und Vermehrung.

Die Bakterien sind überall zahlreich vertreten. Nur dort, wo mechanische oder physikalisch-chemische Hindernisse sich ihrem Eindringen in den Weg stellen oder wo die Zufuhr neuen Bakterienmaterials und der Bakteriennährstoffe mangelt (von Menschen und Tieren nicht oder wenig besuchte unkultivierte Gegenden, Hochalpen, offener Ozean)

treten sie zurück. Vollständige Abwesenheit von Bakterien kommt aber auch hier kaum vor. Mechanische Hindernisse sind z. B. Filter mit so geringer Porenweite, daß die Bakterien nicht hindurchschlüpfen können (Watteverschlüsse u. a.); physikalische Hindernisse sind absolute Trockenheit, Kälte, welche die Entwicklung hemmt und hohe Temperaturgrade, welche die Existenz der Bakterien vernichten. Von chemischen Mitteln kommen alle diejenigen in Betracht, welche unter dem Kapitel Desinfektionsmittel (vgl. S. 109) aufgeführt sind. Erinnert sei aber hier schon an die sog. oligodynamischen Wirkungen von Spuren gewisser Schwermetalle, z. B. Kupfer (Naegeli), welche eine Bakterienansiedelung auf solchen Gegenständen verhindern, ferner an gewisse eigene Stoffwechselprodukte der Bakterien, welche, soweit sie nicht entfernt



Abb. 3. Formen von Kolonien an der Oberfläche des Nährbodens. (Nach Spitta-Müller.)

werden, eine weitere Entwicklung der Bakterien unterbinden (Essigbildung usw.).

Sind die genannten Hindernisse nicht vorhanden und andererseits ausreichende Ernährungsbedingungen gegeben, so beginnt die Vermehrung der Bakterien.

Die Vermehrungsgeschwindigkeit ist in hervorragendem Maße abhängig von der Art und der Konzentration des Nährmaterials und der Temperatur. Für jede Bakterienart existiert ein Optimum der Temperatur. Dasselbe liegt z. B. für die bei warmblütigen Tieren und Menschen schmarotzenden Bakterien meist bei oder in der Nähe der Bluttemperatur des befallenen Organismus. Bei guten Ernährungsbedingungen und optimaler Temperatur herrscht nach einer gewissen Inkubationszeit eine beschränkte Zeit hindurch die rascheste Vermehrung (größte Wachstumsgeschwindigkeit, geringste Generationsdauer), ein Prozeß, der dann bald durch verschiedene andere Umstände, wie Erschöpfung des Nährmaterials, hemmende Stoffwechselprodukte der Bakterien usw. sich verlangsamt und schließlich zum Stillstand kommt. Im Anfang beträgt unter günstigen Verhältnissen die Generationsdauer etwa 20—40 Minuten, d. h. innerhalb dieser Zeit teilt sich eine Bakterienzelle in 2 Individuen. An diese Periode schließt sich dann eine Periode des Absterbens der Organismen.

Die Vermehrung der Bakterien erfolgt bei der Mehrzahl der Bakterienarten nur auf eine Weise, nämlich auf dem Wege der Teilung,

der Spaltung („Spaltpilze"), bei einer Minderzahl unter gewissen Bedingungen auch auf dem Wege der Sporenbildung. Die durch Teilung entstandenen Formen nennt man auch vegetative Formen.

Bei den Fadenbakterien bleiben die Produkte der Teilung im Zusammenhang, bei den übrigen tritt mehr oder minder vollständig eine räumliche Trennung ein. Die Stäbchenformen teilen sich stets senkrecht zur Längsachse, die kugelförmigen durch einen Meridianschnitt. Bleiben in diesem Falle die Teilungsprodukte aneinander hängen, so entstehen die oben bereits erwähnten Diplokokken-, Tetragenus-, Sarcinenformen (Warenballen), die kettenartige Anordnung (Streptokokken) und die weintraubenartige Zusammenhäufung (Staphylokokken). Die fortgesetzte Teilung eines auf einem geeigneten Nährboden ausgesäten Spaltpilzes bedingt, daß die Bakterienanhäufung als „Kolonie" schließlich auch dem unbewaffneten Auge erkennbar wird. Die Formen der Kolonien sind mitunter für die Diagnose verwertbar (Abb. 3).

Die Bildung von Dauerformen, sog. Sporen (zuerst von Ferdinand Cohn um 1870 entdeckt) tritt nur bei einzelnen Bakterienarten auf, und zwar wenn die Lebensbedingungen so ungünstig werden, daß die vegetative (Teilungs-) Form dabei zugrunde gehen müßte. Solche ungünstigen Lebensbedingungen werden geschaffen durch Nahrungsmangel, im besonderen auch Wassermangel (Austrocknung), ungeeignete Temperaturen u. a. m. Die Sporen entstehen im Innern der Bakterienzelle als wasserärmere, kugelförmige oder ovale, stärker lichtbrechende und daher unter dem Mikroskop gewöhnlich leicht erkennbare Körperchen, die von einer widerstandsfähigen Hülle umschlossen sind. Im Zweifelsfall lassen sie sich durch geeignete Färbemethoden (Sporenfärbung, Abb. 4) sichtbar machen.

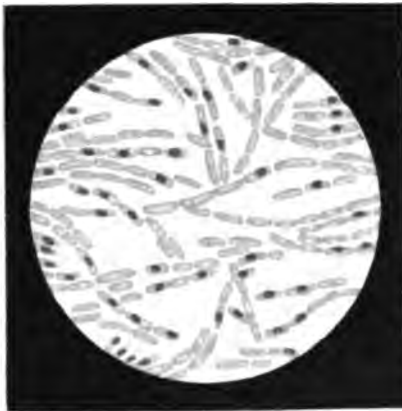


Abb. 4. Heubazillus mit Sporen (Doppelfärbung.) Vergrößerung etwa 1000fach.

Bei den Kugel- und Schraubenbakterien, und bei den Scheiden- und Schwefelbakterien hat man Sporen bisher kaum beobachtet. Die Sporen liegen entweder innerhalb der Bakterienzelle, ohne diese zu deformieren, oder treiben sie nach außen auf. Meist beherbergt ein Stäbchen nur eine Spore, welche entweder in der Mitte oder am einen Ende des Stäbchens liegt. In letzterem Fall bildet sich durch Aufreibung des Zellenendes die sog. Trommelschlägelform aus (vgl. Abb. 42). Geht, wie gewöhnlich, die vegetative Form nach der Sporenbildung zugrunde, so wird die Spore frei.

Die hygienische Bedeutung der Sporen liegt in ihrer erheblichen Widerstandsfähigkeit gegen physikalische und chemische Einflüsse, Punkte auf welche bei der Konservierung der Nahrungsmittel und der Desinfektion zurückzukommen sein wird. Sporen können viele Jahre lang keimfähig bleiben. Von pathogenen, für die menschliche Hygiene wichtigen Bakterienarten bilden Sporen: der Milzbrandbazillus und der Tetanusbazillus. Die Sporen werden aber hier gewöhnlich nur in der Außenwelt oder im toten Körper gebildet, selten im lebenden Körper des befallenen Organismus. Die Widerstandsfähigkeit einiger weniger Bakterienarten in der vegetativen Form nähert sich übrigens

der Resistenz der Sporen (Tuberkelbazillus). Treten wieder günstigere Lebensbedingungen ein, so keimt die Spore zur vegetativen Form aus, welche sich zunächst durch Spaltung weiter vermehrt.

4. Auffallende Erscheinungen bei manchen Bakterienarten.

Einige Bakterien bilden spezifische Gerüche in künstlichen Kulturen, andere rote, blaue, gelbe oder grüne Farbstoffe (z. B. Bact. prodigiosum, Bac. violaceus, Sarcina flava, Bac. pyocyaneus), einzelne produzieren Licht, d. h. ihre Kulturen leuchten (Bact. phosphorescens u. a.). Zahlreiche Bakterien haben die Fähigkeit, Zuckerarten zu vergären und Eiweißstoffe unter Fäulniserscheinungen zu zersetzen.

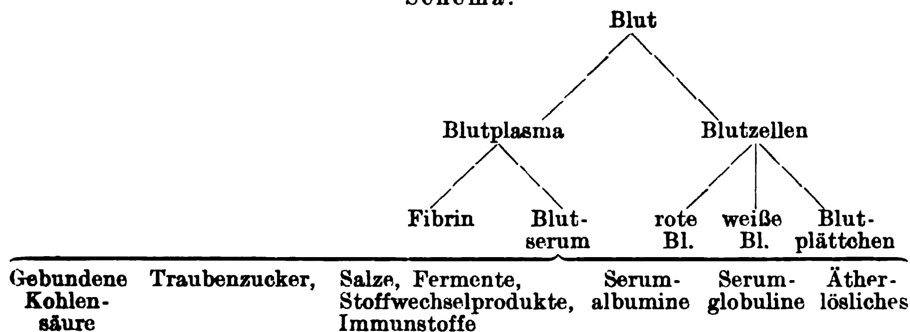
So interessant und auffallend diese Erscheinungen auch sind, so haben sie doch für die Hygiene nur eine beschränkte Bedeutung, z. B. bei der Zersetzung der Nahrungsmittel, bei der Verwendung von Bakterien als Prüfungsmittel für Filter u. dgl.. Die wichtigste Eigenschaft, welche gewissen Bakterien anhaftet, ist die Fähigkeit, spezifische Krankheiten zu erzeugen.

II. Blut und Infektionskrankheiten.

Der Stoffwechsel des tierischen Organismus spielt sich in den Geweben ab. Hier wird Nährmaterial herangebracht, assimiliert und unter Sauerstoffzutritt verbrannt, von hier müssen die Produkte der Verbrennung forttransportiert werden. Die Transportmittel sind Blut, Gewebeflüssigkeit und Lymphe.

A. Physiologische Vorbemerkungen.

Das Blut setzt sich aus dem Blutplasma und den in demselben suspendierten roten und weißen Blutkörperchen, sowie den Blutplättchen zusammen. Das Blutplasma enthält einen Eiweißkörper, Fibrinogen, welcher durch seine Ausscheidung als gallertartige Masse die Gerinnung des Blutes hervorruft. Durch geeignete Maßnahmen (Schlagen mit Glasstab, Schütteln mit Glasperlen) kann das Fibrinogen dem ausgeflossenen und aufgefangenen Blute entzogen werden. Das Blut gerinnt dann nicht mehr. Nach Ausscheidung des Fibrins besteht das Blut nur noch aus dem klaren, leicht gelblichen Blutserum und den oben genannten zelligen Elementen.



Das normale Blut ist eine rote, auch in dünner Schicht undurchsichtige, in frischem Zustand neutral reagierende Flüssigkeit, welche etwa $^1/_{13}$ des Körpergewichts ausmacht, so daß ein 65 kg schwerer Mann rund 5 kg Blut besitzt, das sind unter Berücksichtigung des spezifischen Gewichtes des Blutes (1,053—1,066) etwa 4,5 Liter.

Die normalen **roten Blutkörperchen** des Menschen (5 Millionen im Kubikmillimeter beim Mann) sind scheibenförmige, etwa 7—8 μ im Durchmesser haltende, bikonkave, aus elastischem Stroma bestehende kernlose Gebilde mit ziemlich hohem spezifischem Gewicht (1,1).

Die Gesamtoberfläche (Atemfläche) der roten Blutkörperchen hat man für den erwachsenen Mann auf 3200 qm berechnet. Die roten Blutkörperchen sind Träger des roten Blutfarbstoffs, des **Hämoglobins**. Dasselbe ist von dem Stroma der Blutzellen gleichsam wie von einem Schwamm aufgesogen.

Das Hämoglobin ist der Träger des Sauerstoffs, der mit ihm das Oxyhämoglobin bildet. Kohlensäure ist nur in geringer Menge an das Hämoglobin gebunden.

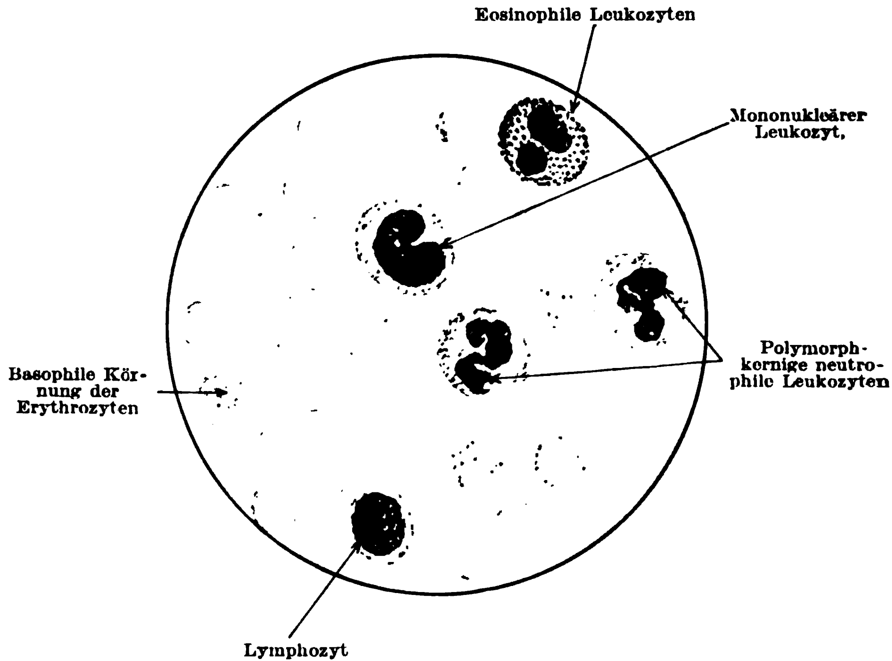


Abb. 5. Rote und weiße Blutkörperchen. Vergrößerung etwa 660fach. Färbung nach Romanowsky (Giemsa).

Durch gewisse chemische (Gallensäure, Saponin, Rizin u. a.) und physikalische Einflüsse läßt sich das Hämoglobin von den Blutkörperchen trennen. Es löst sich dann in der Blutflüssigkeit auf und das Blut wird durchsichtig (Hämolyse).

Das Hämoglobin ist eine Verbindung eines Eiweißstoffes, des Proteins mit einem eisenhaltigen organischen Farbstoff, dem Hämatin.

Hämoglobin enthält etwa 0,3% Eisen. Das Oxyhämoglobin zeigt, mittels des Spektralapparates in stark verdünnter wäßriger Lösung betrachtet, zwei charakteristische Absorptionsstreifen zwischen den Linien D und E im gelbgrünen Teil des Spektrums (vgl. Abb. 138).

Die **weißen Blutkörperchen** des Menschen (5000—10 000 in einem Kubikmillimeter Blut) sind unregelmäßig gestaltete, flache, kernhaltige Gebilde von verschiedener Größe, ausgezeichnet durch den Wechsel ihrer Gestalt, ihr verschiedenes Verhalten den Farbstoffen gegenüber (vgl. Abb. 5) und ihr Fortbewegungsvermögen. Sie zeigen ferner in ausgesprochenem Maße die Erscheinung der Chemotaxis. Bei den Infektionskrankheiten spielen sie eine hervorragende Rolle.

Die **Blutplättchen** sind kleine scheibenförmige Gebilde, die in wechselnder Zahl im Blute vorkommen und in Beziehung zur Blutgerinnung stehen.

Die dem Blute entstammende **Gewebsflüssigkeit** und die **Lymphe**, welche durch die Lymphbahnen mit dem Blutgefäßsystem in Zusammenhang steht, sind dem Blutplasma ähnlich in ihrer Zusammensetzung, enthalten aber nur in mäßigen Mengen weiße Blutkörperchen.

B. Das Verhalten des Blutes zu artfremden Eiweißstoffen.

Wird artfremdes (körperfremdes) Eiweiß oder diesem nahestehende Verbindungen in gelöster oder organisierter Form unter Umgehung des Magendarmkanals („parenteral") in den Organismus eingeführt (subkutan, intraperitoneal, intravenös), so wirkt es daselbst als Fremdkörper, als Gift. Lebende Zellen, welche Reaktionsfähigkeit besitzen, antworten auf derartige Eingriffe fast stets in irgend einer Weise mit dem Zweck, die eingedrungene Schädlichkeit zu eliminieren oder zurückzudrängen.

Fremde gelöste Eiweißstoffe werden ausgefällt (präzipitiert), geformte fremdartige Eiweißkörper (Zellen, Bakterien) aufgelöst. Handelt es sich im bestimmten Falle um Bakterien, deren Leibessubstanz giftig ist, so werden dabei die Giftstoffe (Endotoxine) frei und entfalten ihre Wirksamkeit.

Werden rote Blutzellen eines Tieres in das menschliche Blut gebracht oder rote Blutzellen eines Tieres in das Blut einer anderen Tiergattung, so erfolgt die oben schon erwähnte Auflösung der eingebrachten roten Blutkörperchen, die sog. Hämolyse (Bordet, P. Ehrlich) im Serum der fremden Blutart. Das gleiche geschieht mit anderen artfremden Zellen. Daher ist es nicht angängig, zur Transfusion bei durch starke Blutverluste gefährdeten Menschen Tierblut zu verwenden, da die mit demselben eingeführten roten Blutzellen beim Menschen der Auflösung anheimfallen würden.

Solche artfremden Stoffe, welche auf natürlichem Wege in das Blut gelangen oder künstlich, gewöhnlich durch Einspritzung (Injektion) in das Blut gebracht werden und hier Gegenstoffe (Antikörper) erzeugen, nennt man allgemein Antigene. Wahrscheinlich können Antigene nicht nur an Protein, sondern auch an Lipoide gebunden sein. Vgl. S. 67.

1. Immunität und Infektion.

Spritzt man saprophytische Bakterien in das Blut ein, so werden diese im Serum des normalen Menschenblutes aufgelöst (Bakteriolyse, bakterizide Wirkung). Solche Bakterien können eine Infektion beim Menschen nicht hervorrufen. Gewisse Bakterien verfallen indessen einer solchen Auflösung in normalem Blutserum nicht oder nur unvollkommen. Solche Bakterien vermögen sich dann innerhalb des Organismus bzw. im Blute zu vermehren und Krankheit zu erzeugen. Man nennt sie daher pathogene Bakterien und spricht von einer durch sie hervorgerufenen Infektion. Das Blut und die Gewebsflüssigkeit gesunder Menschen sind bakterienfrei oder können höchstens vorübergehend Bakterien enthalten.

Die Fähigkeit, artfremdes Eiweiß, sei es gelöst oder organisch geformt, auszufällen oder aufzulösen, ist bei normalem Blut von vornherein nicht immer groß, sie kann aber gesteigert werden dadurch, daß man die Gewebssäfte des Organismus systematisch zu größeren Abwehrleistungen erzieht durch allmähliche Steigerung der eingeführten artfremden Eiweißmenge. Wie ein Ringer durch systematische Übung mit immer stärkeren Gegnern selber erstarkt, so kann auch in vielen Fällen die Abwehrkraft der Körpersäfte methodisch gesteigert werden.

Die von vornherein dem Blute innewohnende Schutzkraft des Blutes nennen wir natürliche Immunität oder natürliche Resistenz, die erworbene oder künstlich hervorgerufene gesteigerte Schutzkraft erworbene oder künstliche Immunität. Beide Arten von Immunität haben aktiven Charakter, denn der Körper ist zu ihrer Schaffung „aktiv“ tätig. Es gibt indessen auch eine passive Immunität, dadurch entstanden, daß man die von dem einen Organismus gebildeten Schutzstoffe mit dem Blutserum auf den andern überträgt (s. Diphtherie und Tetanus). Zur künstlichen Immunisierung können auch abgetötete Bakterien benutzt werden.

Die Immunität gegen die Infektion mit pathogenen Bakterien gründet sich also in erster Linie auf gewisse Eigenschaften des Blutes und der Gewebssäfte, wenn man von den äußeren Schutzvorrichtungen des Körpers (Haut, Flimmerzellen der Schleimhäute usw.) absieht. Erfahrungsgemäß wissen wir aber, daß die Empfänglichkeit für Infektionskrankheiten bei den Menschen keine gleichmäßige ist, sondern sich sehr verschieden verhält. Noch größer ist der Unterschied der Empfänglichkeit zwischen Mensch und Tier für Infektionen.

So erkrankt z. B. trotz gegebener Infektionsmöglichkeit nur ein gewisser Prozentsatz von Personen an Scharlach; gegen gewisse Infektionskrankheiten der Tiere, z. B. Rinderpest, sind Menschen überhaupt unempfänglich. Unter den Tieren ist z. B. gegen Milzbrand unempfänglich die Taube. Selbst sehr nahe stehende Arten, wie die weiße Maus und die Hausmaus zeigen gegenüber bestimmten Infektionserregern (z. B. Micrococcus tetragenus) ganz verschiedenes Verhalten.

Es müssen also dem Blut einzelner Menschen und dem Blut bestimmter Tierarten besondere bakterienfeindliche Eigenschaften zukommen. Die Gründe dafür sind uns noch zum großen Teil unbekannt. Die Resistenz richtet sich übrigens nicht nur gegen die Bakterien, sondern auch gegen die von ihnen ausgeschiedenen giftigen Stoffwechselprodukte (Toxine). Bei der Diphtherie und dem Tetanus (Wundstarrkrampf) handelt es sich bei Auftreten der Erkrankung weniger um eine allgemeine Infektion, d. h. um eine Vermehrung der Bakterien innerhalb des Organismus, als um die Wirkung der von ihnen an einer beschränkten Stelle des Körpers (z. B. im Rachen bei der Diphtherie) ausgeschiedenen und von dort aus in das Blut aufgenommenen löslichen Toxine.

Auch gegen solche Toxine besitzt das Blut mancher Menschen und Tiere von Haus aus gewisse Antikörper, also Antitoxine. Künstlich läßt sich diese Antitoxinmenge im Blut vermehren (s. Diphtherie und Tetanus). Eben so, wie gewisse Tiere, z. B. Igel und Schweine gegen Schlangengift unempfänglich sind, gibt es auch Tiere, die gegen Diphtheriegift (Ratten) oder gegen Tetanusgift (Hühner) fast immun sind. Auch beim Menschen bestehen in dieser Richtung wohl individuelle Unterschiede, wenngleich aus naheliegenden Gründen die Beweisführung hier schwieriger ist. Erinnert möge hier auch werden an die viel geringere Empfänglichkeit Erwachsener gegen Diphtherieinfektion im Vergleich zum Kinde.

Die Erfahrung lehrt, daß gewisse Umstände die Resistenz vermindern oder aufheben können, so z. B. übermäßige Körperanstrengungen, mangelhafte Ernährung, unzweckmäßige Kleidung, Durchnässungen, Erkältungen, chronischer Alkoholismus, ferner auch gewisse psychische, seelisch deprimierende Einflüsse. In welcher Weise diese

Einflüsse aber das Blut verändern und seine natürliche Schutzkraft herabsetzen, ist im Grunde nicht bekannt.

Um ein Tier mit einer pathogenen Bakterienart künstlich infizieren zu können, müssen eine Reihe von Vorbedingungen erfüllt sein.

1. Das Tier darf keine natürliche Resistenz gegenüber der betreffenden Bakterienart besitzen;

2. Die zu der Infektion benutzten Bakterien müssen eine genügende Virulenz für die betreffende Tierart haben;

3. Die Menge der übertragenen Bakterien muß ausreichen, um eine Infektion zu erzeugen.

Über den ersten Punkt ist das Nötigste oben bereits gesagt worden. Die Virulenz der Bakterien schwankt von Haus aus und kann auch auf künstlichem Wege vermindert und gesteigert werden.

Welche Mengen von Bakterien erforderlich sind, um eine Infektion zu erzeugen, läßt sich nicht immer mit Bestimmtheit sagen. Bei der Tuberkulose hat man zwar beim Tier experimentell gefunden, daß zur Infektion eine nicht unerhebliche Zahl von Tuberkelbazillen notwendig ist; wie aber die Verhältnisse bei der Infektion des Menschen und bei anderen Infektionskrankheiten liegen, läßt sich daraus nicht ohne weiteres ableiten.

Genügen die dem Körper einverleibten Bakterien wegen ungenügender Virulenz oder Menge nicht, um eine rasche tödliche Infektion hervorzurufen, so bilden sich unter Einwirkung der Krankheitserreger zunächst Antikörper im Blute des infizierten Tieres. Diese Tatsache erklärt, daß das Überstehen gewisser Infektionskrankheiten gegen spätere Angriffe von Infektionserregern der gleichen Art einen gewissen Schutz zu verleihen vermag (erworbene Immunität gegen Pocken, Masern, Scharlach, Typhus, Syphilis). Bemerkenswert ist hierbei, daß vielfach schon sehr leichte Erkrankungen genügen, um gegen eine schwere später drohende Infektion mit den gleichen Krankheitserregern zu schützen.

Es muß an dieser Stelle ausdrücklich betont werden, daß die erworbene Immunität stets eine spezifische ist, d. h. daß sie nur gegen den betreffenden Krankheitserreger, nicht aber gegen andere, mögen sie ihm auch morphologisch und kulturell ähnlich sein, zu schützen vermag. So vermag das Überstehen eines Abdominaltyphus nur gegen diesen, nicht aber gegen eine Paratyphusinfektion zu schützen.

Eine Zusammenstellung der Schutzmittel und Schutzstoffe, welche bei der angeborenen, erworbenen oder künstlich erzeugten Immunität in Tätigkeit treten, oder sich bilden, liefert das folgende Schema:

I. Im Blut vorhandene oder unter der Einwirkung der Infektion oder bei künstlicher Vorbehandlung mit artfremdem Eiweiß entstehende gelöste spezifische Stoffe:

a) Antitoxine.
b) Cytolysine[1]) (Bakteriolysine, Hämolysine).
c) Agglutinine.
d) Präzipitine.
e) Opsonine und Bakteriotropine.

II. Tätigkeit der weißen Blutzellen (Phagocytose).

[1]) Von τὸ κύτος das Gehäuse, die Zelle und λύειν lösen.

2. Die Bedeutung der verschiedenen im Blute vorhandenen Schutzstoffe.

a) Antitoxine.

Während bei einer Reihe wichtiger pathogener Bakterien, z. B. bei den Erregern der Cholera asiatica und des Typhus abdominalis, die in der Bakterienzelle vorhandenen Giftstoffe untrennbar mit dieser verbunden sind und erst beim Auflösen oder dem Absterben der Bakterienzelle frei werden („Endotoxine"), scheiden einzelne Bakterienarten, so der Diphtheriebazillus, der Tetanusbazillus, der Erreger des Botulismus u. a. schon zu Lebzeiten starke Bakteriengifte („Toxine") ab, welche aus den Kulturen dieser Bakterien unschwer durch Abfiltrieren der Bakterien isoliert werden können. Ihre Einverleibung in einen empfänglichen Organismus in Mengen, welche sich unterhalb der tödlichen Dosis halten, führt zur Produktion von Antikörpern, d. h. hier von Antitoxinen. Bakterientoxin und Antitoxin vermögen sich gegenseitig in proportionalen Mengen zu neutralisieren, ähnlich wie eine Säure und ein Alkali, ohne daß dabei eine Zerstörung des Toxins stattfindet, sie stehen andern Giften in dieser Beziehung, so gewissen Pflanzengiften wie Rizin (Gift des Rizinussamens), Abrin (Giftstoff des Samens von Abrus precatorius) und gewissen tierischen Giften (Schlangengift, Aalgift usw.) nahe. Die Toxine und Antitoxine sind durchaus spezifisch.

Völlige Reindarstellung der Toxine ist noch nicht gelungen, eine genaue chemische Charakterisierung daher noch nicht möglich. Gegen Erhitzung sind die Toxine empfindlich (sie werden beim Erwärmen in Lösungen über 50° allmählich, über 80° schnell unwirksam), dagegen vertragen sie das Austrocknen gut.

Empfindlich sind sie ferner gegen Sonnenlicht, gegen Sauerstoff und alle Oxydationsmittel.

Die Giftigkeit der Toxine ist eine außerordentlich hohe, schwankt aber gegenüber verschiedenen Tierarten. Die Vergiftungserscheinungen treten erst nach einer längeren Inkubationszeit auf, zum Unterschied gegen die meisten chemischen Gifte. Per os wirken die Toxine meist nicht.

Der Antitoxingehalt eines Blutserums läßt sich durch systematische Behandlung mit steigenden Mengen Toxin sehr hoch treiben. Die auf diese Weise in dem Serum eines Tieres erzeugten antitoxischen Schutzstoffe lassen sich mit diesem Serum auf unbehandelte Individuen (z. B. den Menschen) übertragen und verleihen diesem dann ebenfalls Schutz gegen die spezifische Intoxikation (passive Immunisierung, v. Behring).

b) Cytolysine (Bakteriolysine, Hämolysine).

Die verwickelten Verhältnisse dieser Gruppe von Antikörpern lassen sich am besten an dem Beispiel der Hämolysine erläutern, da der Eintritt der Hämolyse, d. h. das Freiwerden des Blutfarbstoffs aus den im Versuch benutzten roten Blutkörperchen und die dadurch bedingte diffuse Rotfärbung der Flüssigkeit im Reagenzglas eine sehr markante und leicht verfolgbare Erscheinung ist (Abb. 6).

Ebenso wie bei der Einverleibung von Bakterienzellen in den Organismus antibakterielle Stoffe gebildet werden, so entstehen bei der Einverleibung artfremder Blutzellen in einen Körper antihämocytische Stoffe,

und wie im einen Fall die Bakterienzellen der Auflösung verfallen, so ergeht es im andern Fall den Blutzellen.

Spritzt man einem Tier der Art A (z. B. einem Meerschweinchen) rote Blutkörperchen eines Tieres der Art B (z. B. eines Kaninchens) ein[1]), so bilden sich im Blute des Tieres A Antikörper und bei Zusatz von A-Serum zu B-Blutkörperchen tritt Lösung der letzteren ein.

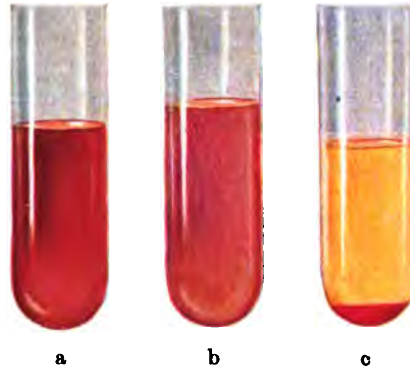


Abb. 6. Hämolyse.
a vollständige Lösung. b teilweise Lösung. c keine Lösung. (Nach Rostoski.)

Erhitzt man das Serum $^1/_2$ Stunde lang vor dem Zusatz auf 56°, so bleibt die hämolytische Wirkung aus (Inaktivierung), tritt aber ein, sowie man etwas normales nicht erhitztes Serum hinzufügt (Reaktivierung). Hieraus geht hervor, daß die Hämolyse nur zustande kommt beim Zusammenwirken zweier im Immunserum vorhandener Komponenten einer thermostabilen und einer thermolabilen.

Die thermostabile spezifische Komponente, die erst durch längeres Erhitzen auf 70° zerstört wird, heißt Immunkörper oder Ambozeptor (Ehrlich), oder Sensibilisator (Bordet) oder Präparator (Gruber). Die thermolabile Komponente, welche schon durch halbstündiges Erwärmen auf 56° unwirksam gemacht wird, heißt Komplement (Ehrlich) und ist identisch mit dem Alexin Buchners. Wegen der Bezeichnung „Ambozeptor" s. S. 25. Nach Bordet macht die thermostabile Substanz die roten Blutkörperchen für die Hämolyse empfänglich, sie sensibilisiert sie, nach Gruber werden die Blutkörperchen durch sie für die Hämolyse vorbereitet (Präparator). (Abb. 7.)

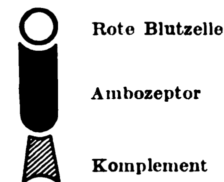


Abb. 7. Hämolyse. (Schema.)

Der gleiche Vorgang wie bei den roten Blutzellen stellt sich ein, wenn man das Serum eines Blutes, welches durch systematische Behandlung mit spezifischen Bakterien gegen diese resistent geworden ist, auf diese nämlichen Bakterien einwirken läßt. Es kommt dann zur Auflösung der Bakterien, zur Bakteriolyse (R. Pfeiffer) und damit

[1]) Die wesentlichsten Punkte der Technik sind: Das Blut wird einem Tier aus der Ohrvene, der Carotis oder der V. jugularis ext. entnommen, sofort durch Schütteln mit Glasperlen defibriniert, mit dem mehrfachen Volumen einer 0,85%igen Kochsalzlösung versetzt und die Mischung zentrifugiert. Die Flüssigkeit wird von den auszentrifugierten roten Blutzellen abgegossen und das Verfahren mit neuer Kochsalzlösung wiederholt. Schließlich wird mit Kochsalzlösung bis zum Volum des ursprünglich angewandten Blutes wieder aufgefüllt. Man hat dann eine ziemlich reine Aufschwemmung der roten Blutzellen in physiologischer Kochsalzlösung. Hiervon macht man eine verdünntere (5%ige) Aufschwemmung und setzt von ihr jedesmal 1 ccm zu der auf hämolytische Wirkung zu prüfenden, ebenfalls auf 1 ccm Menge gebrachten Flüssigkeit im Reagenzröhrchen hinzu. Um ein hämolytisches Serum zu erhalten, injiziert man einem Kaninchen intravenös oder intraperitoneal 5 ccm der nicht verdünnten Blutaufschwemmung und prüft das Serum zunächst nach etwa einer Woche. Weiteres siehe: Untersuchungsmethoden.

auch zum Freiwerden etwa vorhandener Endotoxine (Abb. 8). Spritzt man z. B. einem Meerschweinchen lebende virulente Choleravibrionen in die Peritonealhöhle ein, so geht das Tier an der sich ausbreitenden Infektion zugrunde. Spritzt man dagegen gleichzeitig gegen Cholera immunisiertes Serum ein, so zerfallen die Bakterien in kurzer Zeit in kleine kugelförmige Gebilde und lösen sich schließlich ganz auf. Das Tier bleibt gesund (Pfeifferscher Versuch). Die Wirkung ist spezifisch, d. h. gegen Cholerainfektion wirkt nur durch Vorbehandlung mit Choleravibrionen gewonnenes Immunserum, gegen Typhusinfektion nur Typhusimmunserum usw.

Man benutzt gewöhnlich als Ort des Versuches die Körperhöhle (den Peritonealraum) eines Tieres und nicht das Reagenzglas, weil auf ersterem Wege zuverlässigere Resultate gewonnen werden.

Die Beobachtung der eintretenden oder ausbleibenden Hämolyse (Abb. 6) wird auch benutzt bei der sog. Komplementbindung

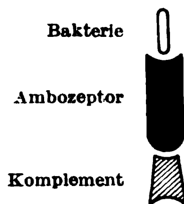


Abb. 8. Bakteriolyse (Schema).

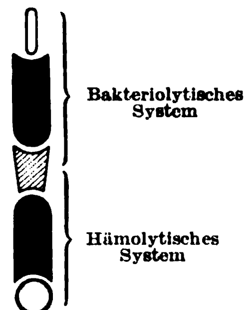


Abb. 9. Komplementbindung (Schema).

(Bordet und Gengou 1901), welche man z. B. anstellt, um zu erfahren, ob ein zu prüfendes Serum spezifischer Natur ist. Die Hämolyse ist der Indikator. Sie bleibt aus, wenn das Komplement zum Ambozeptor des bakteriolytischen Systems paßt, also gebunden wird und umgekehrt. Es arbeiten hier also zwei Vorgänge nebeneinander: Bakteriolyse, welche im Reagenzglas als solche nicht ohne weiteres erkennbar ist, und Hämolyse, aus deren Auftreten oder Nichtauftreten man schließt, ob das zu untersuchende Serum mit der angewandten Bakterienart zusammengepaßt hat (Abb. 9).

Es soll z. B. das Blutserum eines Menschen darauf geprüft werden, ob es spezifisch auf Typhusbazillen reagiert, d. h. ob es sich bei der Erkrankung der betreffenden Person um echten Typhus handelt:

1. Bakteriolytisches System.

Man setzt zu dem zu untersuchenden, durch Erhitzen auf 56° inaktivierten Serum Typhusbazillen und frisches normales Meerschweinchenserum (welches das nicht spezifische Komplement enthält) und läßt das Gemisch $^1/_2$ Stunde im Brutschrank bei 37° stehen.

2. Hämolytisches System.

Das Serum eines mit Hammelblut vorbehandelten Kaninchens wird ebenfalls durch Erhitzen auf 56° inaktiviert und hierauf gewaschene rote Hammelblutkörperchen zugegeben. Hierauf wird System 1 mit System 2 gemischt und nach einstündiger Einwirkungszeit der Effekt geprüft. Handelte es sich um das Serum

eines Typhuskranken, so ist das Komplement des Meerschweinchenserums im ersten System verankert worden, es fehlt dann im 2. System und die Hämolyse bleibt aus. Handelte es sich nicht um spezifisches Typhusserum, so trat keine Bindung des Komplementes im ersten System ein, das Komplement kann im zweiten System einwirken und es erfolgt Hämolyse. Praktische Bedeutung hat die Komplementbindungsreaktion hauptsächlich bei der Serodiagnostik der Syphilis nach v. Wassermann erlangt, bei welcher statt einer Reinkultur von Syphilis-Spirochäten Extrakte aus syphilitischem Körpermaterial Verwendung finden (vgl. S. 28).

Die Methode der Komplementbindung kann auch neben der Präzipitinreaktion (s. diese) zum Nachweis kleinster spezifischer Eiweißmengen benützt werden.

c) Agglutinine.

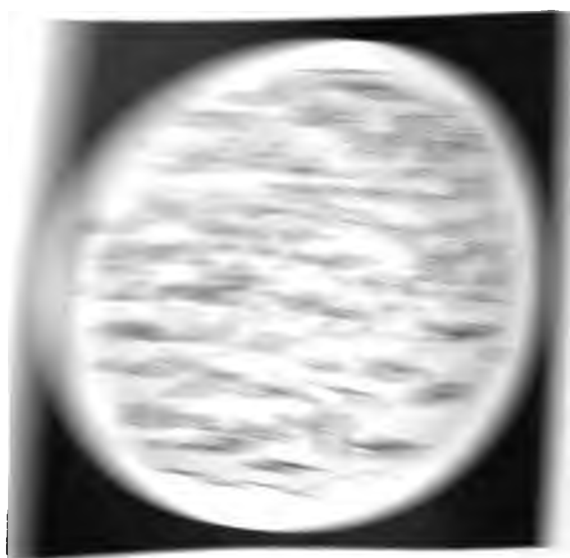
Spritzt man einem Kaninchen intravenös oder intraperitoneal eine Aufschwemmung von Bakterien (z. B. Typhusbazillen, Paratyphusbazillen, Choleravibrionen usw.), welche durch halbstündiges Erwärmen auf 60° abgetötet worden sind, ein und wiederholt diese Maßnahmen mehrmals in Abständen von 8—10 Tagen mit steigenden Mengen, so gewinnt das Serum des betreffenden Tieres die Eigenschaft, schon in starker Verdünnung auf eine Aufschwemmung der gleichen Bakterienart, mit welcher die Vorbehandlung stattfand, in der Weise einzuwirken, daß die Bakterien, soweit sie Eigenbewegung haben, diese verlieren, miteinander verkleben („agglutinieren“) und sich zu Klümpchen zusammenballen, welche schließlich in Form eines Sedimentes ausfallen, so daß die ursprünglich trübe Bakterienaufschwemmung oberhalb des Sedimentes sich klärt (Gruber-Durham 1896). Die Beobachtung dieses Vorgangs kann makroskopisch im Reagenzglase oder mikroskopisch an einem Tropfen der Serumverdünnung beobachtet werden, in welchem die betreffenden Bakterien verrieben worden sind (Abb. 10). Es handelt sich hier um einen Vorgang, welcher große Ähnlichkeit aufweist mit den Fällungs- und Ausflockungserscheinungen bei kolloidalen Lösungen, doch ist der Vorgang im großen und ganzen ein spezifischer, d. h. das Serum eines mit Typhusbazillen vorbehandelten Tieres wirkt nur „agglutinierend“ auf Typhusbazillen, nicht auf Choleravibrionen usw., höchstens noch auf nah verwandte Mikroorganismen (Gruppenreaktion).

Von spezifischer Agglutination kann nur gesprochen werden, wenn schon ein hochgradig (mindestens hundertfach) mit steriler 0,85 $^{0}/_{0}$iger Kochsalzlösung verdünntes Serum die Erscheinung zeigt und zwar mindestens nach 2 Stunden langer Aufbewahrung bei 37°, und wenn die gleiche Verdünnung eines normalen Serums die Erscheinung nicht hervorzurufen vermag.

In stärkeren Konzentrationen (bis 1 : 50) vermögen nämlich auch normale Sera eine Ausflockung von Bakteriensuspensionen zu bewirken, und zwar wirkt normales Rinderserum am stärksten, normales Meerschweinchenserum am schwächsten agglutinierend.

Die die Ausflockung bewirkenden, durch Vorbehandlung mit der spezifischen Bakterienart entstandenen Antikörper, die Agglutinine (Gruber, Durham), sind nicht identisch mit den Bakteriolysinen. Sie sind widerstandsfähiger gegen Erwärmung als diese, werden auch nicht inaktiviert durch Erwärmung und ihre Wirkung auf die Bakterien ist keine vernichtende. Agglutinierte Bakterien bleiben lebensfähig.





Die Agglutination wird zu diagnostischen Zwecken benutzt einmal, um mit einem bekannten spezifischen agglutinierenden Serum eine unbekannte verdächtige, in Reinkultur isolierte Bakterienart (z. B. Typhusbazillen, Choleravibrionen) zu identifizieren (Bakteriodiagnose) oder um eine verdächtige Krankheit (z. B. Typhus) mit Hilfe der bekannten Bakterienart als solche zu erkennen (Serodiagnose, Gruber-Widalsche Reaktion). Statt lebender Bakterienkulturen können auch abgetötete zerriebene Bakterienkulturen (Fickersches Diagnostikum) hierzu verwendet werden.

Man benützt die Agglutinationsprobe zu diagnostischen Zwecken hauptsächlich bei Typhus abdominalis, Cholera asiatica, Dysenterie, Paratyphus (Fleischvergiftung), Pest, Meningitis epidemica und Rotz. Bei anderen Infektionskrankheiten ist sie weniger brauchbar. Die Agglutinationsprobe muß durch Feststellung der äußersten noch wirksamen Serumverdünnung („Austitrieren“ des Serums) quantitativ gestaltet werden. Die agglutinierenden Sera können flüssig, mit 0,5 % Phenol zur Konservierung versetzt, lange Zeit aufbewahrt werden. Auch werden sie im Vakuum eingetrocknet und müssen dann im Gebrauchsfall mit 10 Gewichtsteilen destillierten Wassers gelöst werden.

d) Präzipitine.

Den Agglutininen nahe stehen Antikörper, welche bei der Vorbehandlung eines Tieres mit artfremdem gelöstem Eiweiß in seinem Blutserum entstehen. Auch diese Antikörper, die Präzipitine, sind spezifisch und können daher zur Differentialdiagnose verschiedener Eiweißarten, im besonderen des Bluteiweißes verschiedener Tiere mit Erfolg benützt werden. Eine große Bedeutung hat die Präzipitinreaktion daher in der gerichtlichen Medizin, da es mit ihr gelingt, selbst beim Vorhandensein nur sehr geringer Eiweißmengen (Blutflecke) festzustellen, ob es sich um menschliches Eiweiß (Menschenblut) oder tierisches Eiweiß (Blut eines Tieres) handelt (Uhlenhuth, Wassermann, Schütze). Schwerer gegeneinander zu differenzieren ist das Blut nahe verwandter Tierarten (Esel und Pferd, Taube und Huhn usw.).

Das Eiweiß der Linse des Auges ist bei Mensch und Tier identisch und von dem betreffenden Bluteiweiß stets unterschieden.

Mittels der Präzipitinreaktion lassen sich ferner bei der Ausübung der Nahrungsmittelkontrolle unerlaubte Beimischungen (z. B. von Pferdefleisch zu Wurstwaren) erkennen (vgl. Abb. 69). Durch halbstündiges Erhitzen auf 70° werden die Präzipitine unwirksam. Bei völlig durchgekochtem Fleische versagt die Reaktion außerdem, weil sich aus diesem Eiweißstoffe nicht mehr herauslösen lassen.

e) Opsonine und Bakteriotropine.

Die im normalen Serum von Mensch und Tieren vorhandenen Stoffe, welche eingedrungene Bakterien derartig beeinflussen, daß sie der Freßtätigkeit der Leukocyten (vgl. S. 23) leichter zugänglich werden, hat Wright „Opsonine“ (opsonare = schmausen) getauft. Sie sind spezifisch wirkende, thermolabile, d. h. bei 56° zerstörbare Stoffe. Durch nachträgliches Hinzufügen von Komplement werden sie regeneriert.

Die Bestimmung des sog. „Opsonischen Index“ nach Wright sollte Anhaltspunkte für die Abschätzung der Höhe der bestehenden Immunität liefern. Die Methode hat indessen die in sie gesetzten Erwartungen nicht ganz gerechtfertigt.

Ähnlich wirkende Stoffe des Blutserums, welche aber auch ohne Komplement wirksam, daher thermostabil sind und namentlich im Serum künstlich immunisierter Tiere auftreten, sind von Neufeld studiert und Bakteriotropine (bakterienumstimmende Stoffe) genannt worden. Auch sie sind spezifisch und veranlassen, daß sonst von den Phagocyten verschmähte pathogene Keime von ihnen aufgenommen werden.

Die Bakteriotropine sind vielleicht identisch mit den sog. Antiagressinen Bails (vgl. S. 24).

Eine gewisse Bedeutung haben die vorgenannten, die Bakterien für die Phagocytose vorbereitenden Stoffe des Blutserums bei Infektionen mit Staphylokokken, Streptokokken, Meningokokken und Pneumokokken.

3. Anaphylaxie.

Wird artfremdes Eiweiß gleicher Herkunft parenteral dem Organismus wiederholt zugeführt, so beobachtet man häufig, daß, obwohl die erste Injektion ohne nennenswerte Störung vertragen worden ist, die zweite Einspritzung zu schweren Krankheitserscheinungen („anaphylaktischer Schock“) d. h. zu starker Blutdrucksenkung, Somnolenz, Atemnot, Krämpfen, Erbrechen, Temperatursturz, ja sogar zum Tode führt. Diesen Zustand hat man als Anaphylaxie (Schutzlosigkeit) bezeichnet oder als Überempfindlichkeit (Richet, Arthus).

Die anaphylaktischen Erscheinungen sind mit allen Arten von Eiweißkörpern (tierischen, pflanzlichen, bakteriellen) zu erzielen. Sie lassen sich mit den Beobachtungen bei der künstlichen Immunisierung in Einklang bringen.

Die den anaphylaktischen Schock auslösenden Eiweißkörper gehören den Globulinen an. Sie sind wahrscheinlich wesensgleich mit den Eiweißpräzipitinogenen und Lysinogenen. Damit anaphylaktische Erscheinungen auftreten können, ist außer dem Eiweißantigen (auch Anaphylaktogen genannt) der zugehörige Antikörper (auch Reaktionskörper oder anaphylaktischer Immunkörper genannt) notwendig. Letzterer ist mit dem Serum auf andere Tiere übertragbar (Otto). Er hat sich etwa 1—4 Wochen nach der ersten parenteralen Eiweißinjektion in solcher Menge gebildet, daß er im Zusammentreffen mit dem neuen Antigen (zweite Injektion) das Gift, wahrscheinlich ein Abbauprodukt des Eiweißes (Anaphylatoxin Friedbergers) bildet, welches als Ursache der schweren Erscheinungen anzusprechen ist.

Für die Anstellung anaphylaktischer Versuche am geeignetsten, weil äußerst empfindlich, sind Meerschweinchen.

Zur Empfindlichmachung sind nur sehr geringe Eiweißmengen notwendig, zur Auslösung des Schocks bedeutend größere. Die Schockwirkung wird besonders bei intravenöser Injektion beobachtet.

Mit anaphylaktischen Erscheinungen hat man es auch bei der sog. Serumkrankheit zu tun, welche bei erstmalig und mehrmals mit

Serum (Diphtherieserum, Streptokokkenserum usw.) behandelten Menschen auftreten kann. Bei letzteren pflegen die Erscheinungen stürmischer zu verlaufen und bisweilen dem anaphylaktischen Schock nahe zu kommen. Es ist daher geboten, kleine Mengen hochwertiger statt größerer Mengen schwächerer Sera zu verwenden.

Auch die Tuberkulinreaktion, vielleicht auch gewisse alimentäre Idiosynkrasien, hängen mit anaphylaktischen Vorgängen zusammen.

4. Die Tätigkeit der Leukocyten (Phagocytose).

Nach Metschnikoff spielen die Leukocyten bei der natürlichen und erworbenen Immunität eine ausschlaggebende Rolle. Nach ihm

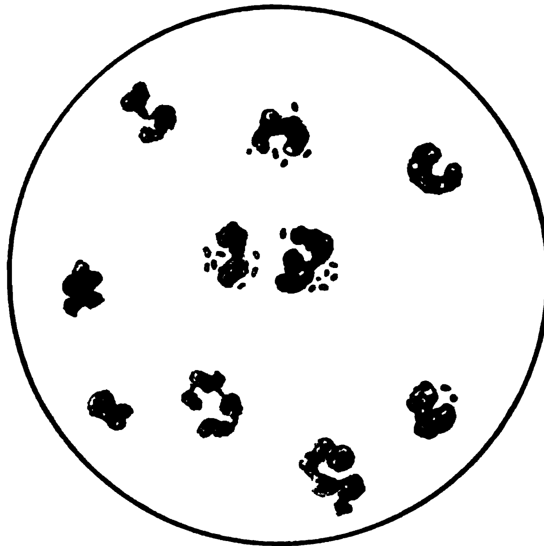


Abb. 11. Phagocytose (Pestbazillen).

wirken die pathogenen Mikroorganismen auf die Leukocyten des Blutes positiv chemotaktisch. Im besonderen sind es die polymorphkernigen neutrophilen Leukocyten (Phagocyten; vgl. Abb. 5), welche sich an der Aufnahme und Verdauung der eingedrungenen Bakterien beteiligen. Die entzündliche Reaktion, mit welcher der empfängliche Organismus die Einverleibung pathogener Mikroorganismen beantwortet, äußert sich, außer in einer Hyperämie der befallenen Teile, in einem massenhaften Austritt weißer Blutzellen. Der Entzündungsprozeß ist also nach Metschnikoff eine Abwehrreaktion des Organismus gegenüber den eingedrungenen Infektionserregern. In der Tat kann man an geeigneten mikroskopischen Objekten beobachten, wie ein Wall von Leukocyten den eindringenden Bakterien sich entgegenstellt und wie die Bakterien mehr oder minder vollständig von den Leukocyten aufgenommen werden und im Innern derselben zugrunde gehen (Abb. 11). Die massenhaft gleichfalls zugrunde gegangenen abgestorbenen Leukocyten treten z. B. bei der Wundinfektion als Eiter zutage.

Auch im Reagenzglasversuch kann man die Aufnahme lebender Bakterien durch Leukocyten nachweisen.

Unterstützt wird die Aufnahmefähigkeit der Leukocyten für die Bakterien bisweilen durch die im Normalserum, namentlich aber auch bei der erworbenen Immunität zur Entwicklung gelangenden, oben bereits genannten Opsonine Wrights und die Bakteriotropine Neufelds. Andererseits wird auch von manchen Autoren (Bail) angenommen, daß gewisse hochvirulente Bakterien durch besondere Abwehrstoffe (Aggressine) die Leukocyten von vornherein verscheuchen (negative Chemotaxis), so daß die Infektion sich ungehindert ausbreiten kann.

Die Bedeutung der Phagocytose für die Erklärung der Immunitätsvorgänge darf ebensowenig unterschätzt werden, wie sie anfänglich überschätzt worden ist. Sie ist zweifellos ein beachtenswertes Schutzmittel des Organismus gegen gewisse Krankheitserreger, z. B. Streptokokken, Pneumokokken u. a. Manchen pathogenen Organismen (z. B. Gonokokken, Tuberkelbazillen) vermögen die Leukocyten aber anscheinend weniger anzuhaben.

Daß neben der Phagocytose aber die zellfreie Blutflüssigkeit mindestens die gleiche Wirkung ausübt, ist nach dem oben Gesagten zweifellos. In ihr ist auch vorwiegend die spezifische antibakterielle Wirkung zu suchen.

Zur Veranschaulichung der Phagocytose injiziert man von einer 24stündigen Milzbrandbazillenkultur ein wenig in den Lymphsack eines Frosches — Frösche sind unter gewöhnlichen Verhältnissen für Milzbrand unempfänglich — und entnimmt mittels Glaskapillare in regelmäßigen Zeitabständen etwas von der Lymphflüssigkeit zur Untersuchung im hängenden Tropfen, eventuell nach Anwendung der vitalen Färbung.

5. Theoretisches.

Die von Ehrlich aufgestellte sog. „Seitenkettentheorie" sucht die Vorgänge der künstlichen Immunisierung und der natürlichen Immunität dem Verständnis näher zu bringen. Er unterscheidet am lebenden Protoplasma den Leistungskern, der den eigentlichen Sitz der vitalen Erscheinungen darstellt und zahlreiche an ihm hängende sehr reaktionsfähige Atomgruppen, die Seitenketten oder Rezeptoren, welche die Brücke bilden zu den an die Zelle als Nährstoffmolekül, Gift usw. herantretenden fremden Atomgruppen. Eine chemische Einwirkung dieser Atomgruppen auf das Protoplasmamolekül ist nach ihm nur dann möglich, wenn die herantretenden Atomgruppen Haftstellen besitzen, welche zu den Rezeptoren passen wie der Schlüssel zum Schloß. So erklärt sich die Spezifität. Durch die brückenartig wirkenden Rezeptoren wird der mit dem Blutstrom herangetragene Stoff gegebenenfalls auf die Zelle übergeleitet und kommt hier zur Wirkung. Findet z. B. ein Toxin keine passenden Rezeptoren, so vermag es auch nicht giftig zu wirken (natürliche Immunität), findet es passende Rezeptoren, so wirkt es vergiftend. Gleichzeitig findet in diesem Falle als Ersatz für die von den Toxinen in Beschlag genommenen Seitenketten die Produktion neuer Seitenketten statt, und zwar hat der ausgeübte Reiz die Folge, daß, als Abwehrmaßregel, eine solche Überproduktion von Seitenketten stattfindet, daß diese schließlich als überschüssig abgestoßen werden und frei im Blute sich bewegen. Hier binden sie etwaige weitere Toxinmengen, wirken also antitoxisch. v. Behring hat dies mit den Worten ausgedrückt: „Dieselbe Substanz im lebenden Körper, welche, in der Zelle gelegen, Voraussetzung und Bedingung einer Vergiftung ist, wird Ursache der Heilung, wenn sie sich in der Blutflüssigkeit befindet."

Verwickelter als die Erklärung der Bildung der verhältnismäßig einfach gebauten Antitoxine ist die der übrigen komplizierteren Antikörper.

Bei den Agglutininen und Präzipitinen nimmt Ehrlich noch das Vorhandensein einer zweiten Atomgruppe in dem einteiligen Rezeptor an, welche auf die verankerten Stoffe in der Art eines Fermentes einwirkt und daher von ihm als „zymophore" Gruppe bezeichnet wird.

Bei denjenigen Antikörpern, bei deren Wirkung die Beteiligung des Komplementes notwendig ist, schreibt Ehrlich den Rezeptoren zwei Haftstellen zu (daher der Name „Ambozeptor"). An die eine Stelle verankert sich das Antigen, an die andere das Komplement.

Ehrlich bezeichnet in seinem System die Haftstellen durchwegs als „haptophore Gruppen". Bei der Hämolyse, Bakteriolyse usw. hat die eine Haftstelle (haptophore Gruppe) des Rezeptors den Namen cytophile, die andere den Namen komplementophile erhalten. Ebenso wie die abgestoßenen einfachen Rezeptoren als freie Antitoxine wirken, wirken die abgestoßenen Ambozeptoren lösend auf Zellen und Bakterien.

Ich nehme davon Abstand, die üblichen schematischen Zeichnungen zu bringen, welche das Verständnis dieser Ehrlichschen Theorie angeblich erleichtern sollen.

Nach Abderhalden bildet der tierische Organismus bei manchen Erkrankungen eigener Gewebsteile (z. B. Karzinom) oder bei dem Vorhandensein fremder Zellen im Organismus (Schwangerschaft) sog. „Abwehrfermente", welche das kolloidale Eiweiß des betreffenden Gewebes durch Bildung von Peptonen und Kristalloiden, also dialysierbaren Abbauprodukten zu zerstören suchen. Der optische oder chemische Nachweis dieser Abbauprodukte mittels des sog. Dialysierverfahrens, wobei z. B. das Blutserum der betreffenden Person mit einem Stück Karzinomgewebe oder Plazentargewebe im Dialysator zusammengebracht wird, soll diagnostische Bedeutung besitzen (biologischer Schwangerschaftsnachweis u. a.).

Es handelt sich bei dieser noch nicht allerseits einstimmig bewerteten, diffizilen Methode wahrscheinlich um Stoffe, welche mit den Immunstoffen nichts zu tun haben.

III. Die einzelnen Infektionserreger.

Bei der Gruppierung der Mikroorganismen als Krankheitserreger kann man verschiedene Wege einschlagen. Entweder man ordnet sie ihren äußeren morphologischen Eigenschaften nach, oder nach ihrem Verhalten in künstlichen Kulturen (z. B. nach ihrem Sauerstoffbedürfnis), oder nach ihrem Standort in dem befallenen tierischen Körper, bzw. nach den Regionen des Organismus, auf welche sich ihr Parasitismus hauptsächlich erstreckt.

Eine völlig befriedigende systematische Ordnung der krankheitserregenden Bakterien ist z. Z. nicht möglich. Die Einteilung lediglich nach morphologischen Gesichtspunkten erscheint zu äußerlich, eine Anordnung nach pathologisch-anatomischen Gesichtspunkten, d. h. nach den Organen, in denen sie hauptsächlich gefunden werden, schon besser; doch lassen sich auch hier keine scharfen Grenzen ziehen, namentlich hinsichtlich des mehr oder minder häufigen Auftretens der Krankheitserreger im Blut, und es erscheint daher bei manchen von ihnen sehr zweifelhaft, an welcher Stelle man sie einreihen soll. Trotz dieser Unvollkommenheiten habe ich der Anlehnung an eine von v. Baumgarten vorgenommene Gruppierung im folgenden den Vorzug gegeben. An die Besprechung der pathogenen Mikroorganismen schließt sich eine kurze Schilderung einiger bemerkenswerter saprophytischer Mikroorganismen an.

Wegen der Häufigkeit der Infektionskrankheiten vgl. den sechsten Abschnitt.

A. Bakterien und Protozoen, die vorwiegend als Blutparasiten auftreten.

1. Spirochäte der Febris recurrens (Rückfallfieberspirochäte).

Morphologie usw.: 14—30 μ lange, korkzieherartig gedrehte Fäden, lebhaft beweglich, geißeltragend. Ohne Dauerformen (Abb. 12). Färben sich mit den gebräuchlichen Anilinfarben, auch nach Giemsa (s. Untersuchungsmethoden). Entfärben sich nach Gram. Zur Beobachtung ist auch Dunkelfeldbeleuchtung geeignet. Künstliche Kultur noch nicht gelungen. Künstliche Übertragung auf empfängliche Tiere (Affen) bereits 1879 ausgeführt.

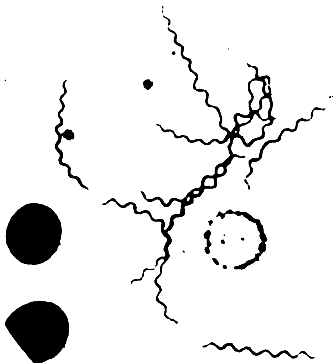


Abb. 12. Rekurrensspirillen im Blut. (Nach Jochmann-Zettnow).



Abb. 13. Ornithodorus moubata (Oberseite). Vergröß. etwa 3fach.

Gefunden 1868 von Obermeier im Blute von Rückfallfieberkranken.

Erreger des europäischen (und in Abarten auch des afrikanischen und nordamerikanischen) Rückfallfiebers.

Inkubationszeit 5—7 Tage. Übertragung des europäischen R. durch Kleiderläuse, des afrikanischen R. durch eine Zeckenart (Ornithodorus moubata, vgl. Abb. 13).

Krankheitserscheinungen: Mit Schüttelfrost beginnendes mehrtägiges hohes Fieber. Fieberfreies etwa achttägiges Intervall, dann ein neuer Anfall, dem weitere folgen können. Milzschwellung. Parasit ist während des Fieberanfalls nachweisbar im Blut. Diagnose daher mikroskopisch und klinisch. Verbreitung hauptsächlich im östlichen Europa und in Afrika. Durch den Weltkrieg wurde das Rückfallfieber auch in Deutschland wieder eingeschleppt.

Mortalität: 2—10%.

Immunität entsteht durch Überstehen der Krankheit, Heilung erfolgt durch chemotherapeutische Maßnahmen (Salvarsan). Bei der Bekämpfung spielt die Vernichtung des Ungeziefers eine besondere Rolle[1]).

Empfängliche Tiere: Affen, Mäuse, Ratten.

Andere Spirochäten sind bei der Erkrankung von Tieren, namentlich Hühnern (Hühnerspirochäte), beobachtet worden. Die Übertragung erfolgt hier durch eine besondere Zeckenart (Argas miniatus).

[1]) Vgl. Fleckfieber.

2. Spirochaete pallida luis (Syphilisspirochäte).

Morphologie usw.: Äußerst dünne, 4—14 μ lange spiralig gewundene Gebilde mit 6—30 engen steilen Windungen und zugespitzten Enden. Eigenbewegung durch Drehung um die eigene Längsachse. Je eine endständige Geißel. Keine Dauerformen.

Außerhalb des infizierten Körpers vermag die Spirochaete pallida, wenn sie gegen physikalische und chemische Einflüsse geschützt ist, zwei Tage und länger infektionstüchtig zu bleiben. Sie ist aber empfindlich gegen Licht, Austrocknung und höhere Temperaturen (über 50°).

Zur Untersuchung eignet sich die Dunkelfeldbeleuchtung oder das Tuscheverfahren (Abb. 14). Färbung gelingt nur mit besonderen Methoden und auch dann pflegt die Färbung blaß auszufallen (daher Spiroch. „pallida“). Gewöhnlich wird mit Giemsa-Lösung gefärbt. Schnittfärbung nach Levaditi (Versilberung). Nach Gram wird die Spir. pall. entfärbt.



Abb. 14. Syphilisspirochäten (Tuscheverfahren) nach Lenhartz. Vergr. etwa 1000fach.

Die künstliche Kultur der Spir. pall. ist neuerdings gelungen, ebenso die Infektion empfänglicher Tiere (s. u.) mit den gezüchteten Spirochäten.

Die Spirochaete pallida wurde 1905 von Schaudinn im frischen Gewebssaft einer sekundären syphilitischen Papel gefunden und wird jetzt allgemein als der Erreger der Syphilis angesehen.

Die Inkubationszeit bis zum Auftreten der ersten Krankheitserscheinung beträgt etwa 14 Tage bis 4 Wochen.

Die Syphilis, vielleicht erst seit dem 15. Jahrhundert in Europa heimisch[1]), wird von Mensch zu Mensch durch direkte Berührung, am häufigsten gelegentlich des Geschlechtsverkehrs, seltener durch infizierte Gegenstände übertragen. Die hauptsächlichsten Stellen, an welchen die Infektion stattfindet, sind Genitalien, Lippe, Finger, Augenlid.

Krankheitserscheinungen: Nach Ablauf der Inkubationszeit bildet sich der Primäraffekt (harter Schanker, Initialsklerose) aus, hieran schließen sich Erkrankungen der nächstgelegenen Lymphdrüsen (indolente Bubonen). Nach Vollendung einer zweiten Inkubationsperiode treten in der 9.—12. Woche nach der Infektion die Erscheinungen der Allgemeininfektion hervor (sekundäres Stadium).

Unter mehr oder minder deutlichen allgemeinen Krankheitserscheinungen bildet sich ein Exanthem auf Brust, Bauch und Rücken, eventuell auch im Gesicht und an den Extremitäten (Roseola syphilitica) aus. Am weichen Gaumen und an den Tonsillen Rötung. Wegen des ungemein verschiedengestaltigen Krankheitsbildes der 2. Periode vgl. die Lehrbücher der inneren Medizin und der Geschlechtskrankheiten.

Während des 2. Stadiums ist die Krankheit in ausgesprochenem Maße ansteckend. Nach mehrjähriger Pause kann eine 3. Periode der Krankheit (tertiäre Syphilis) mit gummösen Wucherungen an Haut, Periost und Knochen, den inneren Organen (Leber), dem Gehirn usw. auftreten.

Außer der erworbenen Syphilis spielt die hereditäre (sowohl väterlicher- als mütterlicherseits) eine verhängnisvolle Rolle. Spätsyphilitische Erkrankungen sind die progressive Paralyse und die Tabes dorsalis.

Die Syphilisspirochäten finden sich regelmäßig in allen syphilitischen Krankheitsprodukten der ersten und zweiten Krankheitsperiode; auch in Tertiärfällen, ja selbst im Gehirn bei progressiver Paralyse sind sie nachgewiesen worden. Sie werden auch im Blute Syphilitischer gefunden,

[1]) Um 1492 brach eine große Syphilispandemie aus, welche in kurzer Zeit Europa und die mit ihm in Verkehr stehenden Länder überzog.

auch im Sperma, jedoch selten. In den Organen von Kindern, welche mit hereditärer Syphilis geboren sind, ist die Spir. pall. gewöhnlich leicht nachzuweisen, besonders in der Leber. Die Spirochäten können in sehr wechselnder Zahl vorhanden sein. Die Diagnose der Syphilis wird, abgesehen von den klinischen Symptomen, gestellt aus der mikroskopischen Untersuchung und dem Ausfall der Wassermannschen Reaktion (S. 19), welche bei latenter und manifester Syphilis positiv auszufallen pflegt[1]).

Von den schon seit längerer Zeit gemachten Versuchen, die Komplementbindungsreaktion durch eine Fällungsreaktion zu ersetzen, scheint die unlängst von Sachs und Georgi angegebene Reaktion, welche auf einer Ausflockung der Globuline des verdünnten inaktivierten Luetikerserums durch einen alkoholischen cholesterinhaltigen Rinderherzextrakt beruht, für Lues spezifisch und wegen ihrer einfachen Ausführung berufen zu sein, als ergänzende Methode der Wassermannschen Reaktion an die Seite zu treten.

Die Verbreitung der Syphilis ist, soweit sich dies abschätzen läßt. eine allgemeine.

Die Mortalität an Syphilis unmittelbar ist nicht groß (in Preußen durchschnittlich 330 Todesfälle im Jahr), dagegen fordern die spätsyphilitischen Erkrankungen zahlreiche Opfer.

Beim Latentwerden der Syphilis tritt eine scheinbare Immunität ein. Reinfektionen nach völliger Ausheilung werden beobachtet.

Eine Schutzimpfung gegen Syphilis existiert zur Zeit nicht. Bedeutungsvoll ist ihre chemotherapeutische Behandlung (Quecksilber. Salvarsan schon im primären Stadium, vgl. S. 373). Von Tieren sind für Syphilis empfänglich Affe und Kaninchen.

Der Syphilisspirochäte steht morphologisch sehr nahe die Spirochaete pertenuis, welche bei der tropischen Frambösie (Castellani 1906) gefunden wird, und die Spirochaete refringens, die sich in karzinomatösen und anderen Ulzerationen findet.

Vgl. im übrigen das Kapitel Geschlechtskrankheiten im vierten Abschnitt, S. 371.

3. Spirochaete icterogenes.

Morphologie usw.: Schlanke Spirochäten, eng gewunden mit oft umgeschlagenen Endstücken, vielgestaltig, stark lichtbrechende Körnchen und Verdickungen aufweisend, mäßig beweglich. Beobachtung bei Dunkelfeldbeleuchtung oder mit Giemsalösung gefärbt.

Kultur gelingt (nach Ungermann) in sterilem inaktiviertem Kaninchenserum unter Luftabschluß.

Gefunden 1915 von Uhlenhuth und Fromme, Hübener und Reiter und als Erreger des infektiösen Ikterus (Weilsche Krankheit) erkannt.

Die Inkubationszeit beträgt mindestens sieben Tage, wahrscheinlich mehr. Die Art der Übertragung auf den Menschen ist noch nicht ganz klar. Vermutlich spielen Ratten oder Insekten als Zwischenwirte dabei eine Rolle. Die Krankheit scheint an sumpfige Gegend gebunden zu sein und wird häufig beim Baden in offenen Gewässern erworben. Vielleicht erfolgt auch die Infektion vom Magendarmkanal aus.

---

[1]) Die Wassermannsche Reaktion gibt gewöhnlich erst 4—6 Wochen nach erfolgter Infektion ein positives Ergebnis. Zur Feststellung bei spätsyphilitischen Erkrankungen (Paralyse, Tabes) wird zweckmäßig die durch Punktion gewonnene Zerebrospinalflüssigkeit benutzt.

Die Krankheitserscheinungen bestehen in Schüttelfrost, Fieber, gastrischen Erscheinungen, Muskelschmerzen, später Albuminurie und Ikterus.

Die Erreger finden sich nur spärlich im Blut, zahlreicher in der Leber, ferner in der Niere, im Harn und in den Fäzes. Mit Eintritt des Ikterus verschwinden die Erreger aus dem Blute. In der Außenwelt findet eine Vermehrung der Spirochäten nicht statt.

Die Diagnose kann mikroskopisch, serologisch und klinisch gestellt werden. Die Weilsche Krankheit ist während des Weltkrieges häufig beobachtet worden, vorher war sie in Deutschland selten. Die Mortalität beträgt bis 15% und mehr. Während der Erkrankung, und zwar vom 14. Krankheitstage an, bilden sich Immunkörper im Blutserum aus. Das Serum immunisierter Tiere (Pferd, Hammel, Kaninchen) und das Serum von Rekonvaleszenten läßt sich therapeutisch verwerten.

Sehr empfänglich für die Infektion sind Meerschweinchen, schwach empfänglich Kaninchen und Affen.

Für die Bekämpfung der Krankheit sind z. Z. bestimmte Vorschläge noch nicht zu machen.

4. Malariaparasiten.

Die Malariaparasiten gehören zur Klasse der Protozoen und zwar zur Unterklasse der Flagellaten.

Die Protozoen sind einzellige, aus Protoplasma und Kernsubstanz bestehende Organismen. Gliederung des Protoplasma in Ekto- und Entoplasma ist häufig. Letzteres kann Einlagerungen mannigfacher Art enthalten.

Der Kern enthält die durch gewisse Farbstoffe leicht sichtbar zu machende Kernsubstanz, das Chromatin, gewöhnlich in Gestalt von Körnern oder Kugeln. Neben dem mehr vegetativen Zwecken dienenden Hauptkern kommen auch Nebenkerne vor, die mit Befruchtungs- oder Bewegungsvorgängen in Beziehung stehen.

Die Fortpflanzung der Protozoen ist entweder eine ungeschlechtliche, bei welcher die Zelle in mehrere Teile zerfällt (Schizogonie) oder eine geschlechtliche, durch Kopulation zweier „Gameten" oder auch durch Autogamie (Selbstbefruchtung). Die bei der Schizogonie entstandenen Keime heißen Merozoiten, die aus dem Befruchtungsvorgang entstehenden Sporozoiten. Die Dauerform ist die Cyste.

Es gibt drei Formen von Malariaparasiten. Jede erzeugt einen besonderen Erkrankungstypus. Es sind dies

1. der Tertianparasit (Plasmodium vivax),
2. der Quartanparasit (Plasmodium malariae),
3. der Tropenfieberparasit (Plasmodium immaculatum).

Alle drei Parasiten sind Blutschmarotzer innerhalb der roten Blutzellen, die unter Zersetzung des Hämoglobins (Melaninkörnchen) zum Zerfall gebracht werden. Die Parasiten bestehen aus einem scheiben- oder ringförmigen, verschieden großen Protoplasmaklümpchen und der Kernsubstanz. Die ungeschlechtliche Fortpflanzung (Schizogonie) erfolgt im Blute des Kranken, die geschlechtliche beginnt zwar im Blute, vollendet sich aber in der Anopheles-Stechmücke, welche allein als Überträgerin der Malaria in Betracht kommt. Die Entwicklung der

Schizogonie läßt sich am besten im gefärbten Blutpräparate (vgl. **Untersuchungsmethoden**) verfolgen. Es färben sich nach Manson die **Parasiten** blau, nach Giemsa das Protoplasma der Parasiten blau, die **Kernsubstanz** rot.

Durch den Stich einer Anophelesmücke, welche Malariakeime (**Sporozoiten**) in ihrer Speicheldrüse trägt, gelangen die Infektionserreger **in** das menschliche Blut.

Der Entwicklungsgang der drei Parasitenformen ist verschieden. **Die**

a) Ungeschlechtliche Entwicklung

α) des Tertianparasiten verläuft in 48 Stunden. Die mit **dem** Mückenstich ins Blut gelangten Sporozoiten dringen in die roten **Blutzellen** ein (Abb. 15).

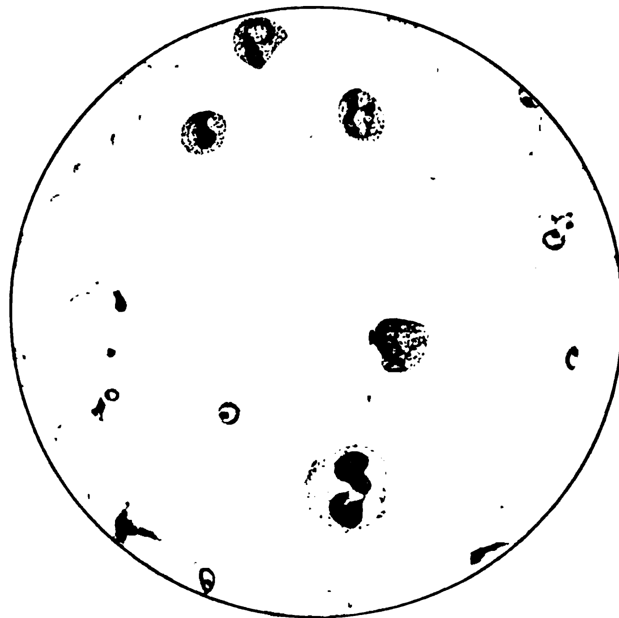


Abb. 15. Blut bei Malaria tertiana nach Maurer-Lenhartz.

Anfänglich (Abb. 16a) stellen die Parasiten nur etwa 1,5 μ im Durchmesser haltende ringförmige oder siegelringartige, pigmentlose Körperchen dar. Dann wachsen sie, den Inhalt des Blutkörperchens zunächst verdrängend, dann das ganze Blutkörperchen etwa auf das Doppelte vergrößernd, in etwa 36 Stunden zu einem ungefähr 8 μ im Durchmesser haltenden, meist noch Ringform zeigenden Parasiten heran, der während des Wachstums aus dem Blutfarbstoff charakteristische Pigment-(Melanin-)körnchen u. -stäbchen bildet und amöboide Bewegungen zeigt. Zum Schluß geht die Ringform verloren und nunmehr beginnt die Teilung des Kernes in 10—20 Tochterkerne (Morulaform). 48 Stunden nach dem Eindringen der Sporozoiten in das Blut zerfällt der Parasit in eine der Anzahl der Kerne entsprechende Menge von Merozoiten (junger Parasiten) unter Zerstörung des roten Blutkörperchens. Die frei im Blut schwimmenden Merozoiten dringen, wie die ursprünglichen Sporozoiten in neue Blutkörperchen ein. Die Entwicklung verläuft nun, wie oben geschildert, in 48 Stunden abermals zu Ende, so daß an jedem dritten Tag ein Fieberanfall ausgelöst wird (daher der Name „Tertianparasit“). Das Auftreten des Fiebers fällt zusammen mit dem Teilungsvorgang bei dem Parasiten. Chiningaben verhindern das Eintreten der Teilung.

β) Die Entwicklung des **Quartanparasiten** vollzieht sich in 72 Stunden.

Anfangs (Abb. 16b) ist das Aussehen ähnlich dem des Tertianparasiten, dann nimmt der Parasit eine mehr bandförmige Gestalt an. Das rote Blutkörperchen wird nicht wesentlich vergrößert, der erwachsene Parasit füllt es aber vollständig aus. Das Pigment zieht sich im Parasiten auf einen Punkt zusammen. Es kommt dann zur Schizogonie, wobei sich bisweilen Margaritenformen ausbilden. Meist entstehen 6—14 junge Parasiten. Jeden 4. Tag tritt ein Fieberanfall ein.

γ) Die Entwicklung des **Parasiten der tropischen Malaria** (der Perniciosa, des Aestivoautumnalfiebers) vollzieht sich in 24—48 Stunden.

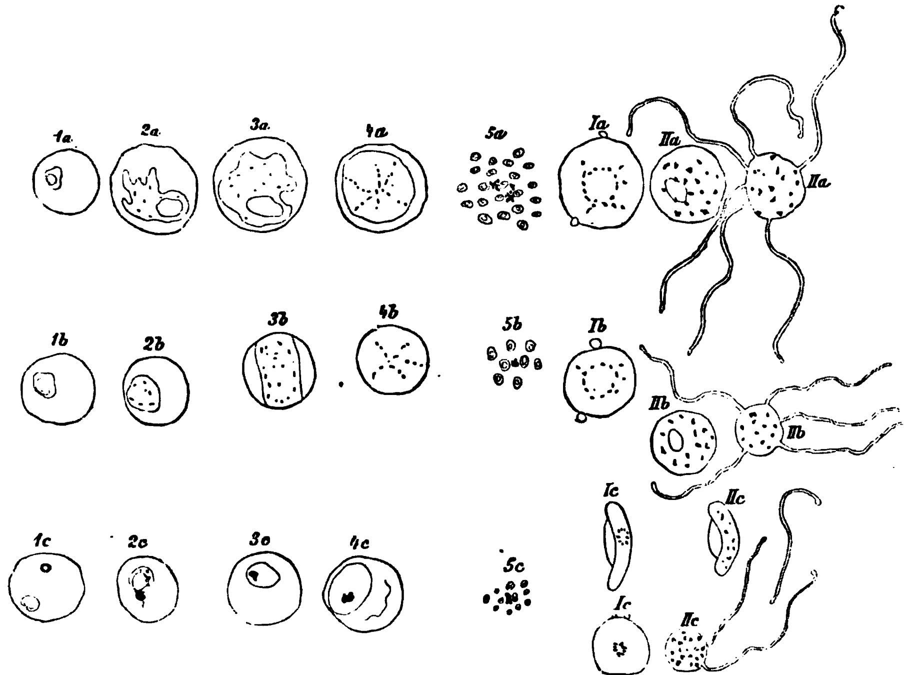


Abb. 16. Vergleichende Übersicht der einzelnen Malariaparasitenarten nach Ziemann. 1—5 Schizonten. I, I, I weibliche, II, II, II männliche Gameten. a Tertiana, b Quartana, c Perniciosa.

Der Parasit (Abb. 16c) tritt von Anfang an in Form kleinster Ringe von etwas über 1 μ Durchmesser auf („kleiner Tropenring"). Die Ringe wachsen und ähneln dann gewissen Tertianaformen. Die vom Tropenfieberparasiten befallenen Blutkörperchen sind nicht vergrößert und nicht verblaßt.

Im peripherischen Blut werden Teilungsformen nicht beobachtet, die Schizogonie spielt sich vielmehr in den Kapillaren innerer Organe (Milz, Knochenmark, Gehirn) ab.

b) Geschlechtliche Entwicklung.

Die Ausbildung geschlechtlicher Formen, **Gameten**[1]) genannt, beginnt nach einigen ungeschlechtlichen Entwicklungsperioden bereits im Blut des malariakranken Menschen, des Zwischenwirtes. Es sind weibliche und männliche Formen zu unterscheiden. Im ungefärbten Präparat kann man bei den männlichen Formen das Hervorschießen

[1]) Von ὁ γαμέτης, der Gatte.

von Geißelfäden beobachten. Diese Geißelfäden spielen bei **der** geschlechtlichen Kopulation und der Weiterentwicklung der **Parasiten** in der Anophelesmücke die Rolle der Spermatozoen. Fehlen in **einem** Blute die geschlechtlichen Formen, so kommt es auch **nach** der Aufnahme des Blutes in den Mückenmagen zu **keiner** Fortentwicklung der Malariaparasiten.

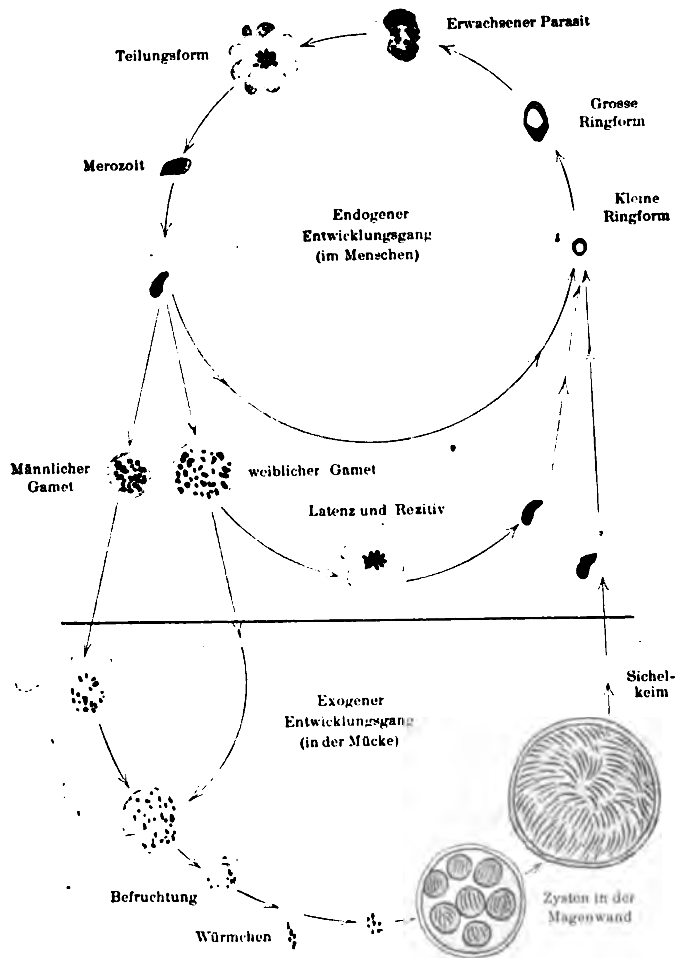
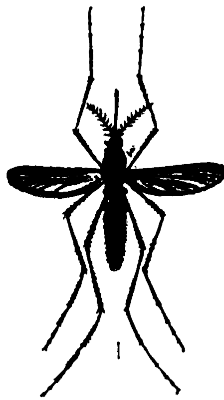


Abb. 17. Schema des Entwicklungsganges der Malariaparasiten nach Kolle-Hetsch.

Die ausgewachsenen Gameten im Blute bei der Malaria perniciosa zeigen die Gestalt von großen Halbmonden und sind daher für Tropenfieber charakteristisch. Sie haben eine große Widerstandsfähigkeit gegenüber dem Chinin.

Im Magen der weiblichen Mücke — denn nur diese saugt Blut — findet die Fortentwicklung aus den Gameten — die ungeschlechtlichen Formen gehen daselbst zugrunde — in folgender Weise statt:

Die spermatozoenartigen Gebilde der männlichen Formen dringen in die weibliche Form ein (Abb. 17). Nach der Befruchtung wandelt sich diese in ein langgestrecktes Gebilde um, den Ookineten (Würmchen). Dieser durchbohrt die Magenwand, encystiert sich, und es bilden sich im Innern der Cyste eine große Anzahl von sichelförmigen Keimen, Sporozoiten, welche nach dem Platzen der Cyste in die Leibeshöhle und dann in die Speicheldrüse der Mücke wandern. Die Entwicklung der Malariaparasiten in der Mücke bis zur Ausbildung der sichelförmigen Keime dauert durchschnittlich zwei Wochen. Sie ist nur bei einer 15° C übersteigenden Temperatur möglich. Von der Speicheldrüse der Mücke aus gelangen die Sporozoiten gelegentlich des Stiches in das Blut des Menschen. Zwischen erstmaliger Infektion und dem ersten Fieberanfall



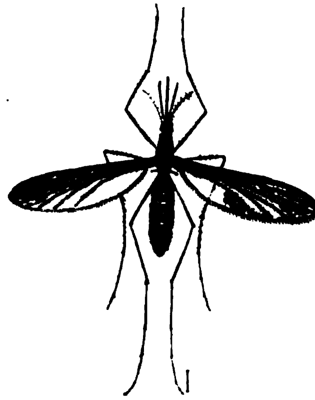


Abb. 18.

a Culex ♀ b Anopheles ♀

liegt eine Inkubationszeit, welche, je nach Art und Stärke der Infektion, etwa zwischen 5 und 14 Tagen schwankt. Ein Schema des Entwicklungsganges gibt Abb. 17.

c) Übertragung.

Die Anophelesmücken finden sich sowohl im heißen wie im gemäßigten Klima, in sehr hoch gelegenen Gegenden fehlen sie, auch auf manchen Inseln. In Europa überwiegt im übrigen die Gattung Culex erheblich die Gattung Anopheles. Die Unterscheidung beider Gattungen ist wichtig, da nur beim Vorhandensein von Anopheles Malaria beobachtet wird.

Am Mückenkopf hat man zu unterscheiden in der Mitte den unpaarigen Stechrüssel, zu beiden Seiten von dem Stechrüssel die Taster (Palpen) und zu äußerst die beiden Fühler (Antennen).

Bei beiden Gattungen unterscheiden sich Männchen und Weibchen voneinander dadurch, daß die Männchen am Kopf zwei federfahnenartige oder gefiederte Fühler haben, während dieselben beim Weibchen borstenförmig sind.

Beim Anopheles-Weibchen (Abb. 18) sind Taster und Stechrüssel gleich lang, beim Culexweibchen die Taster sehr viel kürzer als der Stechrüssel.

Die Culexmücke sitzt stets so an der Wand, daß ihr Leib der Wandfläche annähernd parallel läuft, der Leib der Anophelesmücke bildet dagegen mit der Wand einen Winkel von 45—80°. Die Culexweibchen stechen im großen und ganzen zu jeder Tageszeit, wenn auch gegen Abend lebhafter, die Anophelesweibchen fliegen

fast nur in der Dämmerung und dringen um diese Zeit in die Gebäude ein. Sie lieben hier dunkle und schmutzige Winkel.

Beide Mückenweibchen legen ihre Eier in kleinen windgeschützten stagnierenden oder schwach fließenden Gewässern ab. Nach einigen Tagen kriechen die jungen Larven aus. Charakteristisch ist nun die Lage der Larven zum Wasserspiegel. Die Culexlarve hängt, mit der Mündung ihres langen Atemrohres an die Wasseroberfläche ragend, in einem Winkel von etwa 45° in das Wasser hinein, die Anopheleslarve liegt mit ihrem kurzen Atemrohr dicht unter dem Wasserspiegel, diesem parallel. Die Verhältnisse sind also, verglichen mit der Stellung der Mücken beim Sitzen an der Wand, gerade umgekehrt (Abb. 19). Es überwintern nur die Weibchen bzw. die Eier[1]).

An der Aufhellung des verwickelten Problems der Malaria sind verschiedene Forscher beteiligt.

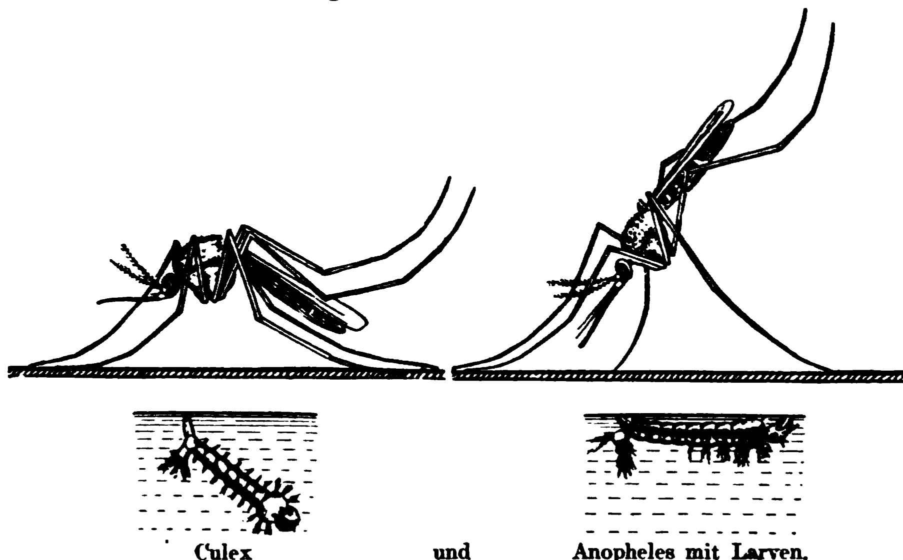


Abb. 19. Darstellung der Unterschiede zwischen der Gattung Anopheles und der Gattung Culex. (Nach Schilling.)

Laveran sah zuerst 1880 die Malariaparasiten im Blute der Kranken, Golgi deckte 1885 und 1886 den Entwicklungsgang des Quartan- und Tertianparasiten im Blute und seine Beziehung zu den Fieberanfällen auf, Roß entdeckte 1897 den weiteren Entwicklungsgang der Malariaparasiten in der Anophelesmücke. R. Koch gab wertvolle Unterlagen für die Bekämpfung der Malaria und stellte fest, daß die Parasiten lediglich im menschlichen Blut und der Anophelesmücke vorkommen.

[1]) Zur Einprägung der Unterschiede hat man folgende Mückenmerkverse ersonnen:

Malaria machen Anophelen
Die uns besonders Abends quälen.
Von Culex aber wird gestochen
Zu jeder Stund ununterbrochen.

Sitzt grad die Mücke an der Wand
Mit schwarz geflecktem Flügelrand,
Hat man Anopheles entdeckt,
Culex ist krumm und ungefleckt.

Zuweilen kann dies Zeichen trügen,
Doch werden nie die Taster lügen:
Kurz nur dem Culexweib beschieden,
Sind lang sie bei Anopheliden.

Da nur das böse Weibchen sticht,
So kümmern uns die Männchen nicht;
Ein Feder-Fühler schmückt den Mann,
Ein borstger zeigt das Weibchen an.

Schon wenn sie noch im Kinderteich
Erkennt Anopheles man gleich,
Der wagrecht auf dem Wasser ruht;
Herunter hängt die Culexbrut.

In Deutschland war die Malaria vor dem Weltkriege selten geworden, sie war aber noch ziemlich verbreitet in Ungarn, Siebenbürgen, Südrußland, in der lombardischen Ebene, Mittel- und Süditalien und den Balkanländern, und zwar vorwiegend als Tertianaform. Häufig kommt Malaria vor in gewissen Teilen von Afrika, Asien und Amerika. In diesen Ländern herrscht die tropische Form vor. England ist fast malariafrei.

Infolge des Weltkrieges sind auch die Malariafälle (hauptsächlich die Tertianaform) in Deutschland durch Einschleppung wieder zahlreicher geworden (z. B. im Reg.-Bezirk Aurich), so daß die preußische Regierung im Jahre 1917 die Herausgabe eines Merkblattes für Ärzte zur Bekämpfung der Malaria für notwendig erachtete.

Krankheitserscheinungen: Die Malaria (Küstenfieber, Tropenfieber, Sumpffieber, Wechselfieber, Paludismus) beginnt, nach einem Vorstadium, mit Schüttelfrost und schnellem Anstieg der Temperatur bis 40° ja 41° und verschiedenen Nebenerscheinungen. Der Anfall dauert 6—16 Stunden. Nach starkem Schweißausbruch sinkt die Temperatur zur Norm.

Der Anfall tritt entweder (fast zur nämlichen Stunde) jeden Tag auf (M. quotidiana) oder ein um den anderen Tag (M. tertiana) oder mit einem fieberfreien Intervall von 2 Tagen (M. quartana). Die beiden letztgenannten Typen werden, wie oben geschildert, durch Parasiten mit verschieden langer Entwicklungsdauer hervorgerufen, das Quotidianfieber wird entweder als ein doppeltes Tertian- oder als ein dreifaches Quartanfieber aufgefaßt, hervorgerufen durch verschiedene Parasitengenerationen.

Beim Tropenfieber ist der Ablauf der Erscheinungen nicht so regelmäßig, die Anfälle dauern indessen häufig länger, sind besonders schwer und folgen sich mitunter sehr rasch aufeinander. Nach wiederholten Anfällen stellt sich starke Milzvergrößerung und Anämie ein, schließlich geht der Zustand in die sog. Malariakachexie über. Rezidive sind häufig. Unmittelbar tödliche Fälle werden gewöhnlich nur bei der tropischen Form beobachtet.

Die Diagnose wird klinisch (48 St. lange regelmäßige Temperaturmessungen) und durch die Blutuntersuchung (vgl. S. 141) gestellt.

Eine gewisse erworbene Immunität hat man in malariaverseuchten Gegenden beobachtet, in welchen schon die Kinder fast sämtlich eine Infektion durchgemacht haben, so bei den Küstennegern. Die Immunität beschränkt sich nur auf die besondere Malariaart.

Das souveräne Vorbeugungs- und Heilmittel bei der Malaria ist das Chinin. In beschränktem Maße kommt auch das Salvarsan als Heilmittel in Betracht. Im übrigen müssen sich die Maßregeln gegen die Überträger, die Anophelesmücken richten (Beseitigung der als Brutstätten dienenden Wassertümpel, Vernichtung der überwinternden Anophelesmücken). Den Malariaparasiten ähnliche Parasiten (Hämosporidien) kommen bei Vögeln vor.

5. Trypanosomen.

Die Trypanosomen (τρύπανον = Bohrer) gehören ebenfalls zur Gruppe der Flagellaten. Es sind von diesen Schmarotzern eine ganze Reihe bekannt, so die Erreger der Tsetse-Krankheit bei vielen Säugern in einem großen Teile Afrikas, der Surra bei Pferden und Rindern in Indien und Afrika, der Beschälseuche der Pferde in Europa und den Mittelmeerländern; auch kommen bei Tieren (Ratten, Vögeln, Kaltblütern) Trypanosomen vor, die keine besondere krankheitserregende Bedeutung haben. Hier soll nur von der für Menschen pathogenen Art, dem Trypanosoma gambiense gesprochen werden. Wegen der anderen Arten muß auf die Spezialwerke verwiesen werden.

Das Trypanosoma gambiense (weil zuerst in Senegambien gefunden) besteht aus einem spindelförmigen, gebogenen, 16—30 μ langen und 1,5—2 μ breiten Körper mit ziemlich schmaler undulierender Membran an der konvexen Seite, deren verdickter Rand eine kräftige Geißel darstellt. Sie entspringt von dem im hinteren Körperende liegenden lokomotorischen Kern und läuft nach vorn frei aus. Der ovale Hauptkern liegt etwa in der Mitte des Körpers. Die Geißel färbt sich wie die chromatische Substanz.

Die Trypanosomen (Abb. 20) sind lebhaft bewegliche Blutparasiten. Sie leben aber **außerhalb** der Blutkörperchen im Blutplasma. Das

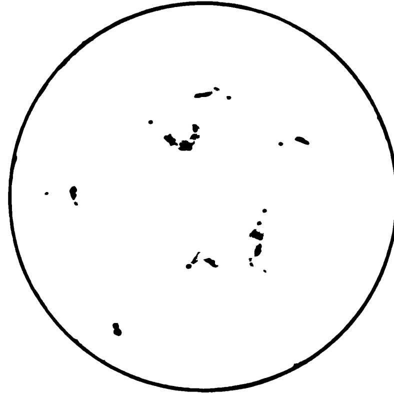


Abb. 20. Trypanosomen nach Lenhartz. (Giemsafärbung.)

Trypanosoma gambiense wurde 1901 von Dutton zuerst im Blute eines Fieberkranken, 1903 von Castellani in der Cerebrospinalflüssigkeit eines Schlafkranken gefunden. Es ist der Erreger des Trypanosomenfiebers und der Schlafkrankheit. Erstere Erkrankungsform kann in die zweite übergehen.



Abb. 21. Glossina palpalis. Vergröß. 3fach.

Die Krankheit war zunächst an der Westküste Afrikas bekannt, hat dann in den letzten Jahren aber namentlich das zentralafrikanische Seengebiet und den Oberlauf des Kongo ergriffen und daselbst ungeheure Verheerungen angerichtet. Übertragen wird die Krankheit durch eine im tropischen Teile von Afrika heimische Stechfliege, die Glossina palpalis (Abb. 21), die sich ausschließlich im Busch und im Wald am Ufer von Seen [illegible] Flüssen oder an den Wasserplätzen der Eingeborenen findet und [illegible] in den Tagesstunden fliegt. Die Haltung ihrer Flügel — wie die [illegible] Blätter einer geschlossenen Schere übereinander liegend — [illegible] in der Abbildung nicht dargestellt) ist ein an ihr be[illegible]ndes Merkmal.

[illegible] finden sich in den geschwollenen Lymphdrüsen, [illegible] der Cerebrospinalflüssigkeit von Schlafkranken, im

Blute jedoch nur spärlich. Die im Körper des Erkrankten befindlichen Formen sind ungeschlechtliche, die geschlechtliche Entwicklung des Parasiten erfolgt im Innern der Glossinen.

Die Inkubationszeit der Trypanosomenkrankheit bis zum Auftreten der nervösen Erscheinungen kann sehr lang sein und oft Jahre betragen.

Krankheitserscheinungen: Die Krankheit zeigt sich zunächst in unregelmäßigen Fieberanfällen und Drüsenschwellungen (Nackendrüsen). Später verschlechtert sich das Allgemeinbefinden. Unter häufigen Kopfschmerzen stellt sich Gedächtnisschwäche, Abnahme der Intelligenz und zum Schluß Schlafsucht ein, unterbrochen durch vorübergehende Erregungszustände. Die Kranken gehen im Zustande äußerster Erschöpfung zugrunde, hauptsächlich unter den Erscheinungen einer chronisch verlaufenden Cerebrospinalmeningitis.

Sichere Spontanheilungen sind bisher nicht beobachtet worden. Zur Diagnosenstellung ist die Blutuntersuchung notwendig.

Die Übertragung auf verschiedene Tiere gelingt, jedoch ist dadurch ein dem menschlichen ähnliches Krankheitsbild nicht zu erzielen. Die Therapie besteht in Behandlung mit Arsenverbindungen (Atoxyl). Die Bekämpfung der Schlafkrankheit stößt auf große Schwierigkeiten und besteht hauptsächlich in einer Vernichtung der Krankheitsüberträgerin, der Glossina palpalis, indem man sie ihrer Aufenthaltsstätten beraubt (Abholzen von Landungsplätzen am Ufer, von Wasserstellen usw.) oder diejenigen Tiere möglichst ausrottet, an welchen sie sich durch Blutsaugen ernährt, z. B. die Krokodile.

Zwischen Deutschland und England war eine Übereinkunft, betr. Bekämpfung der Schlafkrankheit getroffen worden und am 1. Januar 1909 in Kraft getreten.

Ein in Milz, Leber und Knochenmark sich findender Parasit, ein Flagellat, wurde als Erreger der tropischen Splenomegalie (Kala-Azar), einer mit hochgradiger Milzvergrößerung einhergehenden fieberhaften Kachexie, 1903 in Indien von Leishman entdeckt und ist von Donovan beschrieben worden (Leishmania Donovani).

6. Bacillus pestis (Pestbazillus).

Morphologie usw.: Der Erreger der Pest (Abb. 22) ist ein kurzes, ziemlich dickes, unbewegliches, sporenfreies Stäbchen mit abgerundeten Ecken. Es färbt sich mit den üblichen Anilinfarbstoffen, aber in charakteristischer Weise an den Polen stärker als in der Mitte, dagegen nicht nach Gram.

Wächst auf den üblichen Nährböden am besten bei 25—30° und Sauerstoffgegenwart. Die Gelatine wird nicht verflüssigt. Auf der Agarplatte entstehen nach 48 Stunden zarte tröpfchenartige Kolonien, die, ebenso wie die Kolonien auf Gelatine, einen durchsichtigen, unregelmäßig ausgebuchteten Rand und eine dunkle Mitte zeigen. In Bouillon bilden sich Kettenformen aus. Auf 3‰igem Kochsalzagar bildet der Pestbazillus eigentümliche hefezellenartige Involutionsformen. In Bouillonkulturen häufig sog. Stalaktitenbildung.

Die Giftstoffe des Pestbazillus sind im wesentlichen an die Bakterienleiber gebunden (Endotoxine). Die Widerstandsfähigkeit der Bazillen gegen Licht, Austrocknung und erhöhte Temperatur ist nicht groß. An feuchten Gegenständen bleiben sie dagegen lange lebensfähig. Durch Temperaturen von 65° werden Pestbazillen in einer Stunde abgetötet. In der Kälte halten sie sich lange. Von chemischen Desinfektionsmitteln tötet 0,1%ige Sublimatlösung in wenigen Sekunden, auch Mineralsäuren sind sehr wirksam.

Die Virulenz der Bakterien nimmt bei Fortzüchtung auf künstlichen Nährböden rasch ab.

Der Pestbazillus wurde 1894 gleichzeitig von Yersin und von Kitasato bei einer Epidemie in Hongkong gefunden.

Der Bazillus ist der **Erreger** der Pest der Nagetiere (Ratten) und des Menschen. Die Pest, seit alters her in der Kulturwelt bekannt (Pest unter Justinian im 6. Jahrhundert nach Chr., „Schwarzer Tod" 1347—50; seit Mitte des 18. Jahrhunderts war Westeuropa pestfrei), brach im Jahre 1893 in Hongkong und im Jahre 1896 in Bombay wieder aus und wurde von hier aus nach verschiedenen Hafenstädten verschleppt (Pest in Oporto).

Die Pest ist eigentlich eine Seuche, welche unter gewissen Nagetieren, wie Ratten (Mäusen), Tabarganen (Murmeltier u. a.) auftritt. Endemische

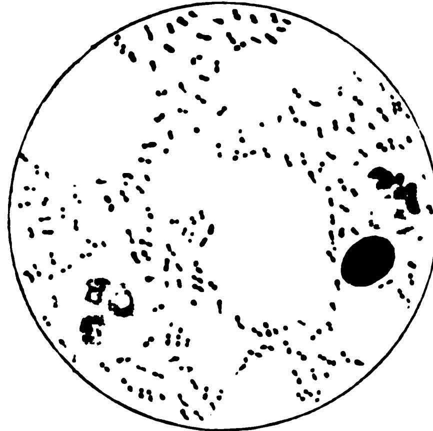


Abb. 22. Pestbazillen (Methylenblaufärbung). Nach Jochmann.



Abb. 23a. Ceratophyllus fasciatus (europäischer Rattenfloh ♀).



Abb. 23b. Xenopsylla (Pulex) cheopis (indischer Rattenfloh ♀).

20fache Vergrößerung. (Nach dem 8. engl. Bericht der indischen Pestkommission 1914.)

Heerde dieser Nagetierpest befinden sich in der Mongolei, in China, am Himalaya, im westlichen Arabien, in Britisch-Ostafrika und in Brasilien. Bei der Einschleppung pflegen die Hafenstädte zuerst befallen zu werden (Schiffsratten). Dem Ausbruch einer Pestepidemie unter Menschen geht meist ein großes Sterben der in Frage kommenden Nagetiere voraus. Vermittels der Rattenflöhe (Abb. 23) wird die Pest von einem Tier zum andern, häufig aber auch auf den Menschen **übertragen** und ruft hier die verbreitetste Form, die **Beulenpest**, hervor (Infektionspforte: Hautverletzungen). Die zweite, schwerere Form der Pest, die **Lungenpest**, wird im Gegensatz zur Beulenpest fast nur unmittelbar von Mensch zu Mensch

übertragen (Tröpfcheninfektion). Auch Gebrauchsgegenstände und unmittelbarer Kontakt können die Infektion vermitteln.

Die Inkubationszeit beträgt durchschnittlich etwa 3, maximal 10 Tage.

Krankheitserscheinungen: Bei der Beulenpest (Drüsenpest, Bubonenpest) stellen sich unter hohem Fieber und allgemeinen schweren Krankheitssymptomen sehr schmerzhafte Schwellungen der Axillar-, Inguinal- oder Nackenlymphdrüsen ein, welche nach etwa einer Woche eitrig einschmelzen. Bei den tödlich verlaufenden Fällen kommt es gewöhnlich zu einer allgemeinen Septikämie (Übertritt der Pestbazillen in das Blut). Von vornherein septikämisch verlaufende Fälle zeigen noch stürmischere Erscheinungen. Die Lungenpest verläuft unter dem Bilde einer schweren Pneumonie.

Die Mortalität der Bubonenpest beträgt zwischen 60 und 90% je nach dem Verlauf. Fälle von Lungenpest enden fast stets tödlich.

Der Pestbazillus findet sich im Gewebssaft der frischen Bubonen, oft später auch im Blut und in der Milz, ferner massenhaft im entzündlichen Exsudat und im Auswurf aus der Lunge, falls diese befallen ist. Schließlich auch im Schweiß und Harn.

Die Diagnose wird mikroskopisch, durch Kultur und durch den Tierversuch (Ratten und Meerschweinchen), sowie durch die Agglutinationsprobe an der gezüchteten Kultur mittels hochwertigen Pestserums gestellt. Überstehen der Pest verleiht Immunität. Als prophylaktisches Mittel wird die aktive Immunisierung mit abgetöteten oder auch mit lebenden, stark abgeschwächten Pestkulturen vorgenommen, welche einen gewissen Schutz für einige Monate verleiht. Ein sofort eintretender, aber noch kürzer währender Schutz ist durch passive Immunisierung mit dem Serum vorbehandelter Tiere (Pferde) zu erzielen.

Die Sera wirken bakterizid, aber nicht antitoxisch. Bei bereits bestehender Pesterkrankung sind sie meist wirkungslos. Von den Versuchstieren sind hauptsächlich Ratten und Meerschweinchen für Pest empfänglich.

7. **Bacillus anthracis** (Milzbrandbazillus).

Morphologie usw.: Der Milzbrandbazillus ist eine unbewegliche Stäbchenbakterie von etwa 3—6 μ Länge und 1—2 μ Breite (Abb. 24). Im Körper des infizierten Organismus wächst der Milzbrandbazillus durch Teilung zu kurzen, aus den einzelnen Stäbchen bestehenden Ketten aus, auf künstlichen Nährböden häufig zu langen fadenförmigen Gebilden (Scheinfäden). Die Enden der Stäbchen in frischem Zustand erscheinen abgerundet, gefärbt scharf abgeschnitten. Am Milzbrandbazillus, zumal an den aus dem lebenden Körper stammenden, läßt sich gewöhnlich durch besondere Färbeverfahren die Existenz einer Kapsel zeigen.

In künstlichen Kulturen, niemals aber im lebenden Körper, bilden sich in den Milzbrandstäbchen endogene eiförmige Sporen, und zwar je eine in der Mitte des Stäbchens. Bedingung dafür sind u. a. Anwesenheit von freiem Sauerstoff und nicht zu niedrige Temperatur (am besten 28° C). Die Sporen sind sehr widerstandsfähig gegen chemische und physikalische Einflüsse. Es gibt Milzbrandsporen, welche strömenden Dampf von 100° länger als 10 Minuten vertragen, ohne abzusterben (gewöhnlich werden sie durch Dampf in 5 Minuten abgetötet).

Der Milzbrandbazillus färbt sich gut, auch nach Gram. Er wächst am besten bei 37° und Sauerstoffanwesenheit. Das Aussehen seiner Kolonien auf der Gelatineplatte (Abb. 25) ist ungemein charakteristisch (gelockte Randzone). Die Gelatine wird langsam verflüssigt. Die Oberflächenkolonien auf der Agarplatte sind rundlich und saftig glänzend. Charakteristisch sind auch meist die Stichkulturen in Gelatine und Agar (feine fadenförmige oder borstige Ausläufer). In der Bouillonkultur bildet sich ein Bodensatz aus mit darüberstehender klarer Flüssigkeit.

Über die Natur der bei der Milzbrandinfektion wirksamen Giftstoffe bestehen noch Zweifel. Als Antagonisten des Milzbrandbazillus gelten der B. pyocyaneus, Streptokokken und Staphylokokken. Infolge der fast stets eintretenden Sporen-

bildung haben die Kulturen eine sehr lange Lebensdauer. Die Virulenz der einzelnen Kulturen schwankt nur innerhalb mäßiger Grenzen.

Der Milzbrandbazillus wurde 1849 zuerst von Pollender im Blute von Milzbrandkadavern gesehen. Robert Koch (1876) züchtete ihn zuerst künstlich und verfolgte seine Entwicklung.

Krankheitserscheinungen. Der Milzbrandbazillus vermag drei verschiedene Formen von Milzbrand beim Menschen hervorzurufen. Dringen die Milzbrandbazillen in Verletzungen der Haut ein (z. B. bei Schlächtern, Abdeckern, ferner beim Arbeiten mit Milzbranderregern im bakteriologischen Laboratorium), so entsteht der Milzbrandfurunkel oder -karbunkel (Pustula maligna), eine Affektion, welche unter sachgemäßer Behandlung meist einen günstigen Verlauf nimmt.



Abb. 24. Milzbrandbazillen (ohne Sporen). Gramfärbung.



Abb. 25. Milzbrandkolonie auf Gelatineplatte. Etwa 60fach vergrößert.

Befällt die Infektion dagegen Lunge (bei Lumpensortierern und ähnlichen Arbeitern) oder Darm (selten beim Menschen), so ist die Prognose weit ungünstiger.

In den letzten Jahren vor dem Kriege kamen in Deutschland jährlich nur etwa 200—300 Milzbranderkrankungen vor.

Die Inkubationszeit bei natürlicher Infektion wird auf 1—7 Tage angegeben.

Im übrigen ist der Milzbrand hauptsächlich eine Infektionskrankheit der Tiere, von denen hauptsächlich Rinder, Schafe, Meerschweinchen, Kaninchen, Mäuse, aber auch Schweine empfänglich sind. Unempfänglich oder etwas weniger empfänglich sind u. a. Hühner, Gänse, Enten, Hunde, Schweine, Ratten. Beim Weidevieh wird hauptsächlich der Darmmilzbrand beobachtet, indem die Tiere mit dem Futter Milzbrandsporen aufnehmen. Hier kann es zu Epidemien aus gemeinsamer Ursache kommen. Es ist ferner erwiesen, daß durch Stechfliegen, besonders Stomoxys calcitrans, von milzbrandkranken Tieren oder ihren Kadavern aus Milzbrand auch auf weitere Entfernungen hin auf den Menschen übertragen werden kann.

Die Milzbrandbazillen finden sich im Blut, in Milz, Leber, Niere (hier vorwiegend in den Glomerulis), Knochenmark, bei Lungenmilzbrand auch im Sputum. Sie werden auf dem Wege der Blutbahn sehr rasch im

Körper verbreitet. Eine Ausscheidung der Bakterien findet unter Umständen mit dem Harn und den Fäzes statt. Die Diagnose erfolgt mikroskopisch, durch Kultur und Tierversuch (Mäuse), eventuell auch durch die Ascolische Thermopräzipitinmethode.

Die durchschnittliche Milzbrandmortalität beim Menschen beträgt etwa 15—20%, beim Lungen- und Darmmilzbrand ist sie erheblich höher.

Das Überstehen des Milzbrandes gewährt für kürzere Zeit Schutz gegen eine neue Infektion.

Die aktive Immunisierung von Tieren mit abgeschwächten Kulturen (Pasteur 1881) ist möglich, ebenfalls die Schutzimpfung mittels Milzbrandserums bei Schafen, Rindern und Pferden. Besonders geeignet ist die Kombination beider Methoden nach Sobernheim (Simultanmethode). Beim Menschen wird Milzbrandserum zu therapeutischen Zwecken verwendet.

Die am 1. Oktober 1910 in Kraft getretenen Unfallverhütungsvorschriften der Lederindustrie-Berufsgenossenschaft enthalten auch Maßnahmen gegen die Infektion mit Milzbrandbazillen.

8. Micrococcus melitensis.

Morphologie usw.: Sehr kleiner Kokkus, unbeweglich, nach Gram nicht färbbar, spärlich auf den üblichen Nährböden wachsend. Außer gegen Austrocknung gegen äußere Einflüsse wenig widerstandsfähig.

Gefunden 1887 von Bruce in der Milz eines auf Malta verstorbenen Soldaten. Erreger des sog. Malta- oder Mittelmeerfiebers, einer in den Mittelmeergegenden herrschenden malaria- und typhusähnlichen Krankheit. Inkubationszeit durchschnittlich zwei Wochen. Übertragung durch den Genuß der Milch infizierter Ziegen. Der Erreger findet sich im Blut, in der Milz, der Leber usw. Die Diagnose wird durch den mikroskopischen Nachweis, die Kultur der Erreger aus dem Blute des Patienten und durch die Anstellung der Agglutinationsprobe mit dem Serum des Erkrankten und der Reinkultur gestellt.

Die Mortalität an Maltafieber ist gering. Zu therapeutischen Zwecken wird die Behandlung mit dem Serum vorbehandelter Tiere empfohlen. Erfahrungen hierüber sind noch nicht genügend vorhanden.

Von Laboratoriumstieren sind für das Maltafieber empfänglich Affe und Meerschweinchen. Die natürliche Infektion der Ziegen, bei welcher die Kokken in Blut und Milch übergehen, verläuft ohne wesentliche äußere Krankheitserscheinungen.

Die Bekämpfung der Krankheit besteht in dem Verbot des Genusses ungekochter Ziegenmilch in den vom Maltafieber heimgesuchten Gegenden.

Gleichfalls in den Mittelmeerländern verbreitet ist das Pappatacifieber, dessen Erreger nicht bekannt, dessen Übertragung durch den Stich der Pappatacimücke (Phlebotomus papatasii) aber sichergestellt ist. Der Infektionserreger ist am ersten Krankheitstage im Blute vorhanden. Die Infektion Gesunder durch den Stich der Mücke erfolgt erst 7 Tage nach der Blutaufnahme vom Kranken. Einmaliges Überstehen der Krankheit erzeugt Immunität gegen eine zweite Infektion (vgl. auch S. 80).

9. Bacillus typhi (Typhusbazillus).

Morphologie usw.: Kurze, 1—3 μ lange, plumpe Stäbchen mit abgerundeten Ecken, lebhafte Eigenbewegung zeigend. Geißelfäden rings um den Zelleib. Ohne Sporen. (Abb. 26.)

Der Typhusbazillus färbt sich nach den üblichen Methoden, aber nicht nach G r a m. Er wächst gut auf den gewöhnlichen Nährböden, am besten bei 37°, besser bei Sauerstoffzutritt als ohne diesen.

Auf der Oberfläche der Gelatineplatte zeigen die Kolonien, welche die Gelatine nicht verflüssigen, bei entsprechender Vergrößerung ein weinblattartiges Aussehen (durchscheinend, mit lappigem Rand) (Abb. 27). Auf der Agarplatte glattrandige, rundliche, am Rande durchscheinende Kolonien. In Bouillon gleichmäßige Trübung.

Zur Differentialdiagnose gegenüber dem mit ihm im Darm vergesellschafteten B. coli und anderen verwandten Arten sind eine große Reihe von Spezialnährböden (traubenzuckerhaltige Nährböden zwecks Beobachtung von Gärung, Lackmusmolke zur Prüfung auf Säurebildung, Milch zur Prüfung auf Gerinnung, Neutralrotagar zur Beobachtung etwa auftretender Fluoreszenz, fuchsinschwefeligsaurer Milchzuckeragar zum Studium der Rotbildung usw.) angegeben worden. Im Gegensatz zum B. coli (vgl. die Übersichtstabelle) verhält sich der Typhusbazillus allen diesen Nährböden gegenüber in seinen Leistungen vollständig **negativ**. Auch Indol wird in Bouillonkulturen nicht gebildet. Eine Anreicherung der Typhusbazillen ist unter Benutzung steriler Rindergalle möglich. Allerdings leistet diese Methode nicht das gleiche, wie das Anreicherungsverfahren bei Choleravibrionen.



Abb. 26. Typhusbazillen (Reinkultur).

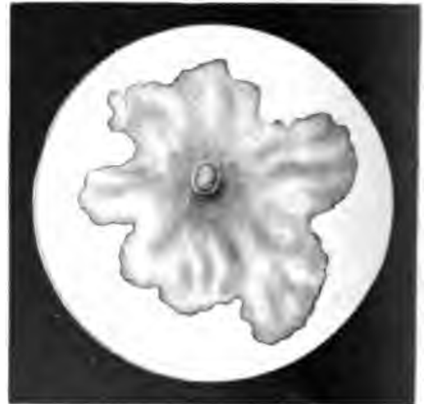


Abb. 27. Typhuskolonie auf Gelatineplatte. Etwa 60fach vergrößert.

Die Giftstoffe der Typhusbazillen sind in den Zelleibern enthalten (Endotoxine).

Sowohl in Kulturen als auch in der Außenwelt ist der Typhusbazillus ziemlich langlebig, wenn er gegen Austrocknung und starke Lichtwirkung geschützt wird. Auch im Wasser und im Abortgrubeninhalt kann er sich längere Zeit halten. Feuchte Temperaturen von 60° töten Typhusbazillen in 10—15 Minuten.

Der Typhusbazillus wurde 1880 von Eberth beschrieben, 1884 von Gaffky reingezüchtet. Er ist der Erreger des Unterleibstyphus, d. h. des Typhus schlechthin, ein Krankheitsname, unter welchem man früher auch andere ätiologisch abzutrennende Krankheiten mit einbegriff. Der Typhus, früher an vielen Orten (z. B. in München) heimisch und deswegen besonders gefürchtet, ist dank dem Aufblühen von Hygiene und Gesundheitstechnik jetzt stark zurückgedrängt. In Deutschland spielt er indessen im Südwesten des Reiches immer noch eine erhebliche Rolle, so daß daselbst besondere Maßnahmen zu seiner Bekämpfung notwendig geworden sind (Einsetzung eines Reichskommissars). Im Jahre 1904 sind eine Dienstanweisung für die zur Typhusbekämpfung

eingerichteten Untersuchungsämter und allgemeine Leitsätze für die Verwaltungsbehörden bei der Bekämpfung des Typhus von seiten der Reichsbehörden veröffentlicht worden (bes. Beilage zu den Veröff. des K.G.A.[1]) 1904 Nr. 49). Im Jahre 1912 haben letztere zum Teil eine neue Fassung erhalten (Veröff. d. K.G.A. 1912, S. 889).

Explosionsartige Typhusepidemien kommen vor bei Verseuchung von Wasserleitungen oder der Mischmilch in den Sammelmolkereien. Eine besonders große Wasserleitungsepidemie war die von Gelsenkirchen im Jahre 1901 (3231 Erkrankungen mit 350 Todesfällen).

Eine Verschleppung der Typhuskeime durch Fliegen ist theoretisch möglich und soll auch gelegentlich kleinere Epidemien verursacht haben.

Die Übertragung erfolgt von Mensch zu Mensch unmittelbar oder mit Hilfe infizierter Gegenstände. Auch auf diesem Wege kann es zu gehäuftem Auftreten kommen (Kontaktepidemien).

Eine wichtige Rolle bei der Übertragung des Typhus durch Kontakt spielen die gesunden Bazillenträger. Von 100 Personen, welche den Typhus überstanden haben, behalten durchschnittlich 5 die Bazillen in ihren Ausscheidungen. Außerdem werden Typhusbazillen auch gelegentlich bei solchen Personen gefunden, welche selbst an Typhus nicht erkrankt waren. Es ist aber bisher nicht einwandsfrei bewiesen worden, daß auch solche Personen den Typhus weiter verbreiten können, vielmehr sind die oben erwähnten chronisch infizierten Bazillenträger gefährlicher. Unter ihnen befinden sich etwa 4 mal soviel Frauen als Männer, was in Anbetracht der häufigen Beschäftigung der Frauen mit der Herstellung der Nahrungsmittel besonders bedenklich ist. Die Ausscheidung der Typhusbazillen durch diese Personen kann sich auf viele Jahre erstrecken. Die Gallenblase ist die Brutstätte, von welcher aus die ständige Infektion des Darminhaltes erfolgt, außerdem die Niere. Die Ausscheidungen erfolgen vielfach periodisch. In einem Kubikzentimeter Harn können viele Millionen Typhuskeime enthalten sein. Das Blutserum der Mehrzahl der Dauerausscheider agglutiniert Typhusbazillen in einer Verdünnung von mindestens 1: 100.

Durch die Feststellung, daß bei der Typhusübertragung die Bazillenträger eine besondere Bedeutung haben, erklären sich ungezwungen die früher unbegreiflichen „Typhushäuser“ u. dgl. Nicht das Beziehen des Hauses an sich hatte für den neuen Bewohner die Erkrankung an Typhus zur Folge, sondern das Vorhandensein eines Bazillenträgers in demselben.

Besonders der Typhusinfektion ausgesetzt ist infolge der Verseuchung des Flußwassers auch die binnenschiffahrttreibende Bevölkerung. Die Rheinschiffer z. B. erkranken etwa 10 mal so oft an Typhus wie die Landbevölkerung.

Die Infektionspforte für den Typhus ist der Magendarmkanal. Die Inkubationszeit beträgt 2—3 Wochen.

Die Krankheitserscheinungen sind oft sehr unbestimmter Natur, so daß die klinische Diagnose schwierig sein kann. In ausgesprochenen Fällen ist die Benommenheit, der charakteristische Stuhlgang (erbsensuppenartig), der Gang des Fiebers, die Milzschwellung und die am 6.—9. Krankheitstage erscheinende Roseola für den Kliniker diagnostisch wichtig. Gesichert wird die Diagnose durch den bakteriologischen Nachweis der Typhusbazillen im Blut und die Gruber-Widalsche Serumreaktion (Agglutinationsprobe), in vereinfachter Form ausführbar mittels des Fickerschen Typhusdiagnostikums.

Der Typhusbazillus läßt sich beim Erkrankten in verschiedenen Organen und Ausscheidungen nachweisen, jedoch nicht überall mit Sicherheit zur nämlichen Zeit. Am frühesten, nämlich schon in der ersten Krankheitswoche, kann man ihn im Blut auffinden, im weiteren Verlauf der Krankheit wird der Nachweis im Blute unsicherer. Auch aus dem Gewebssaft der Roseolen läßt sich der Typhusbazillus züchten. In den Fäzes gelingt der Nachweis am besten in der zweiten und dritten Krankheitswoche, auch in den Harn gehen die Typhusbazillen erst später über.

---

[1]) K.G.A. = Kaiserl. Gesundheitsamt, jetzt Reichsgesundheitsamt (R.G.A.).

Übersichts-

Verhalten des betreffenden Bakteriums	B. coli	B. enteritidis Gärtner	B. paratyphus B.
Hinsichtlich der Beweglichkeit	schwach	sehr lebhaft	sehr lebhaft
Auf der Agarplatte[1])	—	—	—
In Lackmusmolke (Milchzucker)	Starke Trübung u. Rötung (Vergärung)	schwache Trübung, Rötung, dann Blaufärbung	wie B. enteritidis
Zu Traubenzucker[2])	Vergärung	Vergärung	Vergärung
Zu Maltose[2])	Vergärung	Vergärung	Vergärung
Zu Mannit[2])	Vergärung	Vergärung	Vergärung
In Neutralrotagar	Gasbildung und Fluoreszenz	Gasbildung und Fluoreszenz	Gasbildung und Fluoreszenz
Auf Endoagar	rote Kolonien mit Metallglanz	wie B. typhi	wie B. typhi
Auf Malachitgrünagar	kein oder nur schwaches Wachstum	wie B. paratyphi	kräftiges Wachstum, gelbl. Verfärb. des Nährbodens
In bezug auf Agglutinierbarkeit	unregelmäßig	durch homologes, nicht durch Paratyphusserum	durch homologes Serum, Mitagglut. d. Typhusserum
In bezug auf Giftigkeit	schwankend	Endotoxine, daneben bisweilen hitzebeständige Gifte	Endotoxine
In bezug auf Krankheitserregung	nicht spezifisch	„Fleischvergiftung" in Form schwerer Gastroenteritis	typhusähnliche od. gastroenteritische Erkrankung
Vorkommen	normales Darmbakterium	im Fleisch kranker Tiere usw.	in gesunden und kranken Tieren, Wasser usw.
Empfängliche Laboratoriumstiere	Meerschweinchen (intraperitoneal)	Ratten	Mäuse, Meerschweinchen, Kaninchen
Schutzimpfung	—	—	—
Serumtherapie	—	—	—

[1]) Gewisse Unterschiede der Kolonien auf Gelatine- und Agarplatten bestehen, Infektionserreger. Die Gelatine wird von keinem der genannten Bazillen verflüssigt. Im mikroskopischen Bild stellen die in Rede stehenden Bakterien Kurzstäbchen Bact. coli und vom Bac. dysenteriae Typus Flexner gebildet.

[2]) Mit der Vergärung (Gasbildung) geht gewöhnlich Säurebildung einher, so treffenden Zuckerzusatz Umschlag der blauen Farbe in Rot erfolgt.

tabelle.

B. typhi	B. dysenteriae		
	Typus Shiga	Typus Flexner	Typus Y
lebhaft	unbeweglich	unbeweglich	unbeweglich
—	Spermageruch	Spermageruch	Spermageruch
schwache Trübung, Rot-Violettfärbung	wie B. typhi	wie B. typhi	wie B. typhi
keine Vergärung	wie B. typhi	wie B. typhi	wie B. typhi
keine Vergärung	keine Vergärung	Vergärung	keine Vergärung
keine Vergärung	keine Vergärung	Vergärung	Vergärung
keine Veränderung	wie B. typhi	wie B. typhi	wie B. typhi
weiße Kolonien	wie B. typhi	wie B. typhi	wie B. typhi
sandkorngroße, helle Kolonien	wie B. typhi	wie B. typhi	wie B. typhi
durch Typhusimmunserum	durch Shiga-Serum	durch Flexnerserum	durch Y-Serum u. auch durch Flexnerserum
Endotoxine	Endotoxine und lösliche Toxine	Endotoxine	Endotoxine
Abdominaltyphus	schwere Ruhrerkrankung	leichtere Ruhrerkrankung	leichtere Ruhrerkrankung
bei typhuskranken Menschen, Rekonvaleszenten und Bazillenträgern	bei ruhrkranken Menschen	bei ruhrkranken Menschen	bei ruhrkranken Menschen
auf natürlichem Wege nicht infizierbar	Kaninchen, Mäuse, Pferde	wie Typus Shiga	wie Typus Shiga
aktive Immunisierung mit abgetöteten Kulturen	—	—	aktive Immunisierung mit abgetöteten Kulturen
—	mit Shiga-Kruse-Serum oder mit polyvalentem Ruhrserum		

sind aber nicht ausreichend zur Auseinanderhaltung der in Betracht kommenden

dar, die sich nach Gram entfärben. In Bouillonkulturen wird Indol nur vom

daß auf lackmushaltigen Nährböden (Lackmusnutroselösung usw.) mit dem be-

Als Methoden werden bevorzugt bei den Proben aus Blut und den Roseolen die Einsaat in sterile Rindergalle, Nähragar oder Nährbouillon, bei den Fäzesproben Spezialnährböden, welche die Entwicklung des störenden B. coli hintanhalten sollen (z. B. Vorkultur auf Malachitgrünagar usw.), beim Harn das einfache Plattenverfahren.

Zur Sicherstellung der Natur von reingezüchteten vermutlichen Typhuskulturen oder verdächtigen Kolonien auf den angelegten Kulturplatten und zur Prüfung des Blutserums des Kranken auf spezifische Antikörper dient die Agglutinationsprobe mit echtem Typhusimmunserum bzw. mit einer echten Typhusreinkultur (Gruber-Widalsche Reaktion). Im ersteren Fall benutzt man zur orientierenden Agglutinationsprobe eine mit steriler physiologischer Kochsalzlösung hergestellte Verdünnung 1:100 eines hochwertigen Typhusimmunserums, zur Feststellung des Titers entsprechend höhere Verdünnungen; im zweiten Fall prüft man Verdünnungen des Patientenserums von 1:50 und 1:100 gegen eine frische, auf Schrägagar gewachsene Typhusreinkultur. Diese Agglutinationsprobe pflegt erst von der zweiten Krankheitswoche an positiv auszufallen und einige Monate lang — allmählich schwächer werdend — noch anzuhalten (Rekonvaleszentenserum). Nur ein positiver Ausfall ist beweisend, ein negativer ist kein sicheres Zeichen für das Nichtbestehen einer Typhusinfektion. Bei Infektionen mit Paratyphusbazillen kann eine gewisse Mitagglutination dieser durch Typhusserum erfolgen (Gruppenreaktion). Das Blutserum der gegen Typhus Schutzgeimpften (s. u.) wirkt ebenfalls agglutinierend auf Typhusbazillen ein.

Der Typhus, früher nach Auffassung der meisten Autoren eine Erkrankung, welche, zuerst im Darmkanal lokalisiert, auf dem Blutwege metastatisch verschleppt wird, wird jetzt meist als eine Septikämie aufgefaßt, die sekundär erst den Dünndarm in Mitleidenschaft zieht. Dessen ungeachtet ist als hauptsächlichste Eintrittspforte das Lymphgefäßsystem des Darms anzusehen, doch soll auch von den Tonsillen des Gaumens die Infektion bisweilen ausgehen.

Die Typhusbazillen sind außer an den schon genannten Stellen ferner gewöhnlich nachweisbar im Milzblut (durch Milzpunktion), und in der Galle. Das Vorkommen in anderen Exkreten hat weniger praktische Bedeutung.

Die Mortalität beim Abdominaltyphus beträgt etwa 10%.

Das einmalige Überstehen gewährt einen gewissen Schutz gegen eine zweite Infektion.

In geeigneten Fällen, z. B. bei Expeditionen in typhusverseuchten Gegenden, im Kriege usw. empfiehlt sich die prophylaktische Typhusschutzimpfung (Wright, Pfeiffer und Kolle). Es werden zu diesem Zweck subkutan in Abständen von je 8 Tagen 0,5, 1,0 und 1,0 ccm einer Aufschwemmung einer frischen Typhusagarkultur, in 1 ccm steriler physiologischer Kochsalzlösung, injiziert. 1 ccm der Aufschwemmung enthält etwa $^1/_3$ Öse (0,7 mg) Kulturmasse. Der Impfstoff ist vor Anwendung durch 2stündiges Erwärmen im Wasserbade auf 55° abgetötet und nach Prüfung auf Sterilität durch 0,5% Karbolsäure konserviert.

Passive Immunisierungen zu therapeutischen Zwecken haben einstweilen noch geringe Bedeutung.

Bei Tieren vermag der Typhusbazillus eine spezifische Erkrankung nicht zu erzeugen, durch Injektion großer Mengen von Typhusbazillen lassen sich aber Vergiftungserscheinungen beim Tier hervorrufen.

Anhang.

Bacterium coli commune (Kolibazillus).

Morphologie usw. Die in der Übersichtstabelle auf S. 44/45 gemachten Angaben sind noch durch folgende zu ergänzen:

B. coli wächst auch bei Temperaturen über 37° (bis 46°), wenn auch etwas schwächer. Es wächst gut auch auf (den sauer reagierenden) Kartoffeln und vergärt sowohl Trauben- wie Milchzucker sowie Mannit. Das entstehende Gas enthält neben Wasserstoff und anderen Gasen ungefähr 30% Kohlensäure; die gebildeten Säuren sind Milchsäure und andere organische Säuren. Auf peptonhaltigen Nährböden wird Schwefelwasserstoff und Indol gebildet. Auf Endoschen Nähragar (vgl. Untersuchungsmethoden) bildet es rote metallisch glänzende Kolonien.

Das B. coli wurde zuerst 1886 von Escherich genauer untersucht. Es ist das hauptsächlichste Darmbakterium. Auf Kulturplatten, die aus den Fäzes gesunder Personen angelegt sind, gehen fast nur Kolikolonien auf, d. h. nicht verflüssigende, weinblattartige Kolonien auf Nährgelatine, rote Kolonien auf Lackmusmilchzuckeragar und Endoagar.

Als normaler und gegen schädigende Einflüsse ziemlich resistenter Darmbewohner ist das B. coli in der Umgebung des Menschen und der Tiere natürlich weit verbreitet; daher kann man aus seinem Auftreten, namentlich in größeren Mengen, oft Rückschlüsse auf eine Verunreinigung durch menschliche und tierische Abgänge ziehen (vgl. Wasseruntersuchung).

Die Sera gesunder Menschen agglutinieren das B. coli bisweilen schon in erheblicher Verdünnung, gewöhnlich wirkt das Serum eines mit B. coli vorbehandelten Tieres indessen nur agglutinierend auf den besonderen zur Vorbehandlung benutzten Stamm, nicht auf B. coli schlechthin. Bisweilen werden die Kolibazillen von Typhus- und Ruhrkranken durch Typhus- und Ruhrsera agglutiniert („Paragglutination"). Atypische Stämme und Varietäten sind beim B. coli häufig. Trotzdem das B. coli bisweilen bei gewissen Erkrankungen z. B. der Harn- und Gallenwege (Selbstinfektionen) gefunden wird, kann man es nicht eigentlich als pathogenen Organismus bezeichnen. Vielfach spielt es bei diesen Erkrankungen auch nur die Rolle eines Begleitbakteriums. Über die Bedeutung des B. coli für die Ernährungsvorgänge sind die Ansichten geteilt.

10. **Bacillus paratyphi B** (Paratyphusbazillus).

Die Gruppe der typhusähnlichen Bakterien umfaßt eine ganze Reihe von Keimen, die untereinander nur schwierig zu trennen sind und zwischen welchen Übergänge aller Art vorkommen. Sie treten teils als Saprophyten, teils als Krankheitserreger sowohl beim Menschen wie beim Tiere auf und finden sich auch ziemlich verbreitet in der Umgebung des Menschen. Eine lückenlose Kenntnis aller zu dieser Gruppe gehörenden Mikroorganismen besteht noch nicht. Es genügt daher vorläufig, die für die menschliche Pathologie wichtigsten Tatsachen aus dem Bekannten herauszuheben. Es sollen im folgenden zwei Untergruppen besprochen werden, die des Bacillus Paratyphus B (der sog. Paratyphus A-Bazillus ist praktisch von geringerer Bedeutung und soll daher außer Betracht bleiben, obgleich Infektionen mit ihm während des Krieges häufiger geworden sind) und die Untergruppe des Bacillus enteritidis Gärtner, auch kurz „Gärtner-Gruppe" genannt. Zum B. Paratyphus B gehören u. a. der Löfflersche Mäusetyphusbazillus und der früher als Erreger der Schweinepest betrachtete Hogcholerabazillus; zum

B. enteritidis Gärtner gehören eine Reihe von Fleischvergiftungserregern und Rattenschädlingen. Ein grundsätzlicher Unterschied zwischen beiden Gruppen besteht nur in ihrem Verhalten den Immunseris gegenüber; kulturell sind beide Gruppen wohl vom Typhus, nicht aber voneinander zu unterscheiden. Paratyphusbazillen werden im übrigen von Typhusimmunserum bisweilen leicht mitagglutiniert.

Wegen der Morphologie usw. vgl. die Übersichtstabelle.

Praktisch von Wichtigkeit ist, daß die von Paratyphusbazillen hervorgerufenen Erkrankungen meist unter dem Bilde eines leichteren Typhus, bisweilen auch unter der Form einer Gastroenteritis auftreten, während die Gärtnerbazillen meist Erkrankungen hervorrufen, die ohne erhebliche Inkubationszeit schnell unter schweren, bisweilen choleraartigen Erscheinungen einsetzen. Als Ursache für diese letzteren Erkrankungen sind gewöhnlich beschuldigt, bisweilen auch erwiesen worden: das Fleisch notgeschlachteter Tiere, aber auch vegetabilische Nahrungsmittel (Speisen. Kartoffelsalat usw.). Die öfter beobachteten hitzebeständigen, d. h. Temperaturen von 70° und mehr längere Zeit ertragenden Giftstoffe (Endotoxine) können auch bei gekochtem oder gebratenem Fleisch erhalten sein, da bei größeren Fleischstücken erfahrungsgemäß die Hitze nur langsam in das Innere vordringt.

Paratyphusbazillen enthaltendes Fleisch ist zu beanstanden. Auch an Paratyphusbazillenträger ist bei der Erforschung der Infektionsquelle zu denken.

Oft läßt sich die Ursache einer Nahrungsmittelvergiftung nicht mit Sicherheit feststellen. Der Befund von Paratyphusbazillen an sich beweist noch nicht jedesmal ihre ursächliche Bedeutung, da sie häufiger schon in Nahrungsmitteln gefunden worden sind, deren Genuß keine Krankheitserscheinungen hervorgerufen hat.

Von den durch den B. botulinus (vgl. S. 77) hervorgerufenen Fleischvergiftungen sind die durch den B. Paratyphi erzeugten scharf zu unterscheiden. Das Botulinusgift ist nicht hitzebeständig.

Der Paratyphus B-Bazillus wurde 1900 von Schottmüller als besonderer Krankheitserreger erkannt. Der Bacillus enteritidis wurde 1888 bei einer Fleischvergiftung von Gärtner gefunden. Die Inkubationszeit ist beim Paratyphus gewöhnlich erheblich kürzer als beim echten Typhus, namentlich bei den als akute Gastroenteritis einsetzenden Fällen und beträgt hier nur wenige Stunden bis zu zwei Tagen. Die Paratyphusbazillen finden sich hauptsächlich im Blut, in den Fäzes und im Harn. Die Diagnose ist nur auf bakteriologischem Wege, im besonderen durch die Vorkultur auf Malachitgrünagar, auf welchem die Paratyphusbazillen gut wachsen, zu stellen. Im übrigen gilt das für die Diagnose des Typhus Gesagte. Die Mortalität beläuft sich auf nur ungefähr ein Drittel derjenigen des Typhus, d. h. auf etwa 3%.

Das Überstehen des Paratyphus führt wahrscheinlich zu einer Immunität gegen neue Erkrankungen.

Besonders empfänglich unter den Tieren gegen den Paratyphusbazillus sind weiße Mäuse, Meerschweinchen und Kaninchen. Bei subkutaner und intraperitonealer Infektion erkranken und sterben sie unter dem Bilde einer Septikämie. Eine Reihe von Krankheiten der Schlachttiere, besonders septisch-pyämischer Art werden durch den B. paratyphi bzw. enteritidis Gärtner hervorgerufen. In der Außenwelt kommen Paratyphusbazillen von verschiedener Pathogenität vor.

B. Bakterien, die vorwiegend als Gewebsparasiten auftreten.

a) Infektiöse mit exsudativ-entzündlicher Wirkung.

1. Bacillus dysenteriae (Ruhrbazillus).

Es sind verschiedene Ruhrerreger bekannt, über deren Morphologie usw. die Übersichtstabelle auf S. 44/45 unterrichtet.

Differentialdiagnostisch bemerkenswert ist die Unbeweglichkeit der sonst dem Typhusbazillus nahestehenden Ruhrstäbchen, der auffallende Spermageruch der Agarkulturen, und das Verhalten auf zuckerhaltigen Nährböden.

Von den hauptsächlich in Betracht kommenden Typen: Shiga-Kruse, Flexner, Strong und Y[1]) führt namentlich der erstgenannte durch die Bildung giftiger Toxine die schwersten Krankheitszustände herbei. Er wurde 1897 und 1900 von Shiga und von Kruse beobachtet und beschrieben. Ungefähr um die nämliche Zeit wurden die anderen giftarmen Typen festgestellt. Die in Deutschland beobachteten Ruhrfälle gehörten früher vorwiegend zu den leichteren Formen (Y und Flexner), doch hat durch den Weltkrieg auch die Shiga-Ruhr in Deutschland an Verbreitung gewonnen. Ihren Ruf als Kriegsseuche hat die Ruhr auch diesmal wieder bewahrheitet.

Während die Zahl der Ruhrerkrankungen in ganz Preußen im Jahre 1913 nur 592 betrug, stieg sie in den Kriegsjahren auf 5773 (1914), 6908 (1915) und 8389 (1916), um im Jahre 1917 die hohe Zahl von 58 344 mit 7672 Todesfällen zu erreichen.

Wie es beim Typhus der Fall ist, so pflegt auch bei der Ruhr der Spätsommer die meisten Erkrankungen zu bringen.

Die Ruhr ist, wie der Typhus, eine ausgesprochene Schmutzkrankheit, an deren Verbreitung hauptsächlich die Unsauberkeit bei der Erledigung der körperlichen Bedürfnisse Schuld trägt.

Die Übertragung findet daher nicht nur unmittelbar von Mensch zu Mensch statt, sondern auch durch Vermittlung von Gebrauchsgegenständen, Nahrungsmitteln, durch die Fliegen usw. Auch Keimträger spielen dabei eine Rolle. Die Infektion erfolgt auf dem Wege des Magendarmkanals.

Die Inkubation beträgt 3—8 Tage.

Krankheitserscheinungen: Während beim Typhus der Dünndarm befallen wird, ist die Ruhr eine ausgesprochene infektiöse Dickdarmerkrankung. Die Hauptsymptome der Erkrankung sind diarrhoische Stuhlgänge, welchen oft in bezeichnender Weise Blut, Schleim oder Eiter beigemischt sind und die sich ungemein häufig während eines Tages wiederholen. Bei Infektion mit dem Kruse-Shiga-Typus kommen auch die Intoxikationserscheinungen mehr zum Ausdruck (nervöse Störungen). Die Erkrankungen durch den Flexner- und Y-Typus verlaufen gewöhnlich milder.

Die Dysenteriebazillen finden sich fast ausschließlich im Darminhalt, nur ausnahmsweise im Harn und Blut. Sie sind manchmal lange bei Rekonvaleszenten (Dauerausscheidern), ja auch bei gesunden Personen aus der Umgebung des Kranken (Bazillenträger) nachweisbar. Diese Tatsache ist für die Weiterverbreitung der Krankheit bedeutungsvoll (vgl. auch Typhus, Cholera).

[1]) Die dem Typus Shiga-Kruse nicht angehörenden Dysenterieerreger werden auch unter dem Namen „Pseudodysenteriebazillen“ zusammengefaßt.

Die Diagnose stützt sich, abgesehen von der wichtigen klinischen Erkennung, auf den mikroskopischen und kulturellen Nachweis der Krankheitserreger in den Fäzes und auf die spezifische Agglutinationsprobe mit dem Blutserum der Erkrankten. Diese Agglutinationsreaktion tritt im Blutserum des an Dysenterie erkrankten allerdings gewöhnlich erst vom Ende der ersten Krankheitswoche an auf, so daß sie für die Frühdiagnose nicht verwertet werden kann.

Die Infektion mit Kruse-Shiga- und Flexner- bzw. Y-Bazillen läßt sich auch serodiagnostisch unterscheiden.

Die Mortalität an Dysenterie ist verschieden, je nach der Art des Infektionserregers. Bei Bazillen des Kruse-Shigatypus beträgt sie 10 bis 50%, bei anderen Typen nur bis etwa 15%.

Das Überstehen der Krankheit ruft eine gewisse Immunität gegen spätere Infektionen mit dem gleichen Typus hervor. Die Erfahrungen über den Wert der prophylaktischen Schutzimpfung gegen Ruhr (Ruhrimpf- und Heilstoff Böhncke; Ruhrimpfstoff Ditthorn-Löwenthal) reichen zu einem endgültigen Urteil noch nicht völlig aus.

Zu therapeutischen Zwecken wird mit bemerkenswertem Erfolg die Einverleibung des von Tieren (Pferde, Esel) gewonnenen Serums benützt, sowohl bei der Shiga-Ruhr, wie bei den leichteren Typen. Vor Anwendung des spezifischen Serums muß die Art der vorhandenen Ruhr bakteriologisch festgestellt sein, es sei denn, daß polyvalente Ruhrsera verwendet werden.

Eine Reihe preußischer Ministerialerlasse aus den Jahren 1917 und 1918 hat die Bekämpfung der Bazillenruhr zum Gegenstand.

Bei Tieren gelingt die Infektion mit Ruhrerregern vom Darm aus nicht. Gegen parenterale Einverleibung sind namentlich Kaninchen sehr empfindlich, besonders gegen den giftigen Shiga-Typus.

Anhang:

Amöben-Dysenterie.

Von den im Darm gefundenen Amöben wird die Entamoeba histolytica als Erreger der ulzerösen tropischen Dysenterie angesehen.

Morphologie usw.: Die Dysenterieamöben (Abb. 28), zur Klasse der Rhizopoden gehörig, sind als vegetative Form 20—30 μ große Plasmaklümpchen, welche aus zwei Zonen bestehen, einem helleren glasartigen Ektoplasma und einem dunkleren gekörnten Endoplasma. Letzteres enthält auch den 5—6 μ großen Kern. Die Fortbewegung geschieht durch Ausstrecken von Protoplasmafortsätzen, den Pseudopodien.

Wegen der genaueren Unterschiede der einzelnen Arten, ihrer Biologie, der Bildung von Dauerformen (Cysten), Züchtung usw. muß auf eingehendere Darstellungen verwiesen werden.

Die Diagnose erfolgt durch mikroskopische Untersuchung des frischen Darmschleims im hängenden Tropfen oder durch Färbung der in geeigneter Weise fixierten Präparate mit Hämatoxylinlösung. Differentialdiagnostisch kommt die weitverbreitete Amoeba coli in Betracht (Abb. 28).

Kulturen sind unschwer anzulegen, doch erzielt man keine Reinkulturen.

Kartulis konnte im Jahre 1883 in Ägypten in einer großen Anzahl von Fällen von Amöbenruhr Amöben im Darm nachweisen, 1903 beschrieb Schaudinn genauer die Entamoeba histolytica.

Die Amöbenruhr ist endemisch in den warmen Ländern aller Erdteile verbreitet.

Die Infektion erfolgt wahrscheinlich durch mit Dauerformen infiziertes Wasser und infizierte Nahrungsmittel, wie Obst und frisches Gemüse. Die Infektionspforte ist der Verdauungskanal. Ergriffen wird von dem ulzerösen Prozeß der Dickdarm. Die Inkubation beträgt etwa 1 bis 3 Tage. Die Krankheitserscheinungen sind hauptsächlich sehr schmerzhafte diarrhoische Stuhlgänge mit Blut- und Schleimbeimischungen. Die Krankheit neigt dazu, in die chronische Form überzugehen. Eine sehr häufige Komplikation ist der „tropische" Leberabszeß.

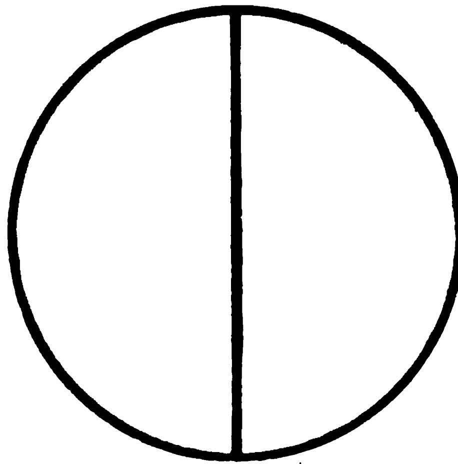


Abb. 28. Amoeba coli und Amoeba histolytica. (Links A. coli, rechts A. histolytica.) Nach Rolly-Lenhartz. Vergr. etwa 500fach.

Die Mortalität wird durch diese und andere Komplikationen und Nachkrankheiten stark beeinflußt. Für künstliche Infektion mit Dysenterieamöben empfänglich sind Hunde und junge Katzen.

Die Prophylaxe hat hauptsächlich in Beschaffung reinen Trinkwassers und in der Vermeidung des Genusses ungekochter Nahrungsmittel zu bestehen.

2. Vibrio cholerae asiaticae (Cholerabazillus).

Morphologie usw.: Der Choleravibrio (Abb. 29) ist ein leicht gekrümmtes, etwa 2 μ langes und 0,4 μ breites Stäbchen mit einer endständigen langen Geißel, lebhaft beweglich, ohne Sporen. Er färbt sich ziemlich gut mit den gebräuchlichen Anilinfarben, aber nicht nach Gram.

Auf den üblichen Nährböden, insofern diese alkalische Reaktion besitzen, ist er leicht zu züchten. Das Temperaturoptimum des Wachstums liegt bei 37°. Als untere Wachstumsgrenze wird eine Temperatur von 8—12° angegeben. Der Choleravibrio gedeiht nur bei Sauerstoffanwesenheit, er ist sehr sauerstoffbedürftig.

Auf der Gelatineplatte bildet der Choleravibrio nach 24 Stunden Kolonien, welche, bei 60facher Vergrößerung betrachtet, rundlich und grobgekörnt „wie mit Glassplittern bestreut" erscheinen. Die Gelatine wird ziemlich rasch verflüssigt (Abb. 30).

Auf der Agarplatte bildet der Choleravibrio rundliche, flache, im durchfallenden Licht bläulich irisierende Kolonien. Mutation wird häufig beobachtet.

In alkalischer Nährbouillon und 1%iger Peptonlösung bei Bruttemperatur wächst der Choleravibrio innerhalb kurzer Zeit kräftig heran unter starker Trübung und gewöhnlich auch unter Häutchenbildung. Diese Häutchenbildung kommt dadurch zustande, daß die sauerstoffhungrigen Vibrionen sich an die Oberfläche der Kulturflüssigkeit drängen, ein Umstand, der es ermöglicht, auch vereinzelte Choleravibrionen in größeren Flüssigkeitsmassen, z. B. einer verdächtigen Wasserprobe, nachzuweisen. Das Wachstum der Choleravibrionen findet auch noch auf sehr stark alkalischen Nährböden, auf welchen Kolibakterien nicht mehr aufgehen, statt. Auch diesen Umstand macht man sich bei der Herauszüchtung nutzbar. In Bouillon- und Peptonkulturen bildet der Choleravibrio Indol und reduziert Nitrat zu Nitrit (Cholerarotreaktion).

Gegen Austrocknung, Belichtung und Säuren sind die Choleravibrionen sehr empfindlich. Auch die Salzsäure des Magensaftes vermag sie schon zu schädigen. Feuchte Wärme von 65 Grad tötet sie bereits in 15 Minuten ab. Beim Fortzüchten der Kulturen von Glas zu Glas nimmt die Virulenz der Choleravibrionen meist rasch ab. In Wasser halten sie sich lange lebend.



Abb. 29. Choleravibrionen. Reinkultur. Karbolfuchsinfärbung. Vergr. etwa 600fach.



Abb. 30. Cholerakolonie, die Gelatine verflüssigend. Vergr. etwa 60fach.

Der vorstehend beschriebene Vibrio wurde 1883 von R. Koch bei den Arbeiten der zur Erforschung der Cholera nach Ägypten und Indien entsandten Kommission als Erreger der asiatischen Cholera **entdeckt**.

Die Cholera asiatica ist in Europa erst seit dem Anfang des 19. Jahrhunderts bekannt. Sie ist endemisch im Gangesdelta und wird von hier namentlich durch den Pilgerverkehr und durch den Schiffsverkehr verschleppt. So gelangt sie nach Kleinasien, Ägypten, China und Südrußland und von hier durch Vermittlung der Wasserstraßen auch bisweilen über die östlichen Grenzen Deutschlands. Daher bedarf in solchen Fällen namentlich der Floßverkehr auf dem Niemen, der Weichsel, der Warthe, der Netze usw. besonderer sanitätspolizeilicher Aufsicht.

Explosionsartige Epidemien entstehen am häufigsten durch Infektion einer zentralen Wasserversorgungsanlage mit Choleravibrionen. Das bekannteste Beispiel hierfür ist die große Choleraepidemie in Hamburg im Jahre 1892 mit 18 000 Erkrankungen und 8200 Todesfällen.

Die **Inkubationszeit** bei der Cholera beträgt gewöhnlich nur 12—48 Stunden. Die **Übertragung** erfolgt ausschließlich durch Aufnahme des Infektionserregers in den Magendarmkanal, d. h. entweder durch Genuß infizierter Nahrungsmittel (Wasser, Milch, Obst, rohes

Gemüse) oder mittelbar durch mit den Infektionserregern beschmutzte Finger usw.

Die Krankheitserscheinungen gehen teils auf die Entzündungsvorgänge im Dünndarm zurück, die sich u. a. in den charakteristischen reiswasserähnlichen Stühlen äußern, teils zeigen sie sich als Erbrechen, Krämpfe, Herzschwäche und ähnliche auf eine schwere Intoxikation hindeutende Symptome. Die Vergiftung wird erzeugt durch die resorbierten Endotoxine der zugrunde gegangenen Cholerabazillenleiber.

Die Choleravibrionen finden sich in den Darmausscheidungen der Kranken, oft fast in Reinkultur, auch in der Gallenblase, bisweilen auch im Blut und in den inneren Organen.

Beim Auftreten choleraverdächtiger Fälle kommt alles auf die schnelle bakteriologische Feststellung der ersten Erkrankungen an, um die Seuche an weiterer Ausbreitung zu verhindern. Deshalb müssen die vorzunehmenden bakteriologischen Untersuchungen nach einem erprobten festen Schema erfolgen, wie es in der vom Bundesrat festgestellten amtlichen Anweisung zur Bekämpfung der Cholera (teilweise neue Fassung vom 9. Dezember 1915) angegeben ist. Danach wird bei der Untersuchung von Darminhalt usw. etwa 1 ccm des Untersuchungsmaterials alsbald in ein Kölbchen mit 50 ccm Peptonlösung gebracht. Nach 5—8stündiger Bebrütung bei 37° werden von der Oberfläche des Peptonkölbchens vorsichtig etwa 4 Ösen oder ein größerer Tropfen auf einer Dieudonnéplatte sowie auf zwei Agarplatten (vgl. Untersuchungsmethoden) mit einem Spatel verteilt. Auch aus dem Untersuchungsmaterial selbst müssen gleichzeitig mit der Beimpfung der Peptonkölbchen Ausstriche auf Dieudonné- und Agarplatten gemacht werden. Die Plattenkulturen werden nach 8—16stündiger Bebrütung untersucht. Dabei gefundene verdächtige Kolonien werden der Agglutinationsprobe zunächst auf dem Deckglase mit einem auf 1:100 verdünnten Choleraserum unterworfen. Die endgültige Agglutinationsprobe wird entweder im hängenden Tropfen oder mit abgestuften Serumverdünnungen im Reagenzglase oder Blockschälchen unter Benutzung 24 Stunden alter Agarreinkulturen ausgeführt. Die früher für die Diagnose sehr wichtig erachteten kulturellen Eigenschaften des Choleravibrio haben heute viel von ihrer Bedeutung eingebüßt.

Neben diesen Untersuchungen geht die unmittelbare mikroskopische Prüfung einher. Außer der Agglutinationsprobe ist der Ausfall des Pfeifferschen Versuches mit den aus dem verdächtigen Material gewonnenen Reinkulturen für die Diagnose ausschlaggebend. Weiteres siehe unter Untersuchungsmethoden.

Die Diagnose Cholera ist bei den ersten Krankheitsfällen erst dann als sicher anzusehen, wenn sämtliche Untersuchungsverfahren ein positives Ergebnis gehabt haben. Bei weiteren Krankheitsfällen genügt ein positiver Ausfall der mikroskopischen Untersuchung und des Agglutinationsversuches im hängenden Tropfen.

Die Mortalität ist bei der Cholera asiatica auf 40—50% zu veranschlagen.

Durch das Überstehen der Cholera tritt eine gewisse Immunität ein.

Die Schutzimpfung gegen Cholera ist — ebenso wie die gegen den Abdominaltyphus — während des Weltkrieges in weitestem Umfange geübt worden, und zwar anscheinend mit Erfolg.

Sie erfolgt durch aktive Immunisierung mittels abgetöteter Cholerakulturen nach Kolle, nachdem schon früher Haffkine mit lebenden abgeschwächten Kulturen das gleiche Ziel zu erreichen gesucht hatte. Es werden zunächst 2 mg Agarkultur, in 1 ccm steriler physiologischer Kochsalzlösung aufgeschwemmt und durch einstündiges Erhitzen auf 58 Grad abgetötet, eingespritzt. Mit der doppelten Dosis wird die Impfung nach einiger Zeit wiederholt. Die auftretende Reaktion ist gewöhnlich unerheblich. Diese prophylaktische Impfung kommt nur für die Armee im Kriegsfall, für Expeditionen und für besonders gefährdete Personen (Ärzte und Pflegepersonal), nicht aber für die große Masse der Bevölkerung in Frage. Demgegenüber ist die Serumtherapie der Cholera einstweilen ohne Bedeutung. Ebenso, wie beim Abdominaltyphus und anderen Infektionskrankheiten, spielen auch die zahlreichen gesunden Bazillenträger und Dauerausscheider bei der Verbreitung der Cholera eine praktisch wichtige Rolle.

Tiere erkranken spontan nicht an Cholera. Intraperitoneale Infektion virulenter Choleravibrionen tötet Meerschweinchen unter peritonitischen und Kollapserscheinungen meist innerhalb von 24 Stunden (vgl. den Pfeifferschen Versuch S. 137).

3. Bacillus influenzae (Influenzabazillus).

Morphologie usw.: Kleine, etwa 1,2 μ lange und 0,4 μ breite Stäbchen, unbeweglich und ohne Sporen, streng aerob, mit den gebräuchlichen Farbstoffen etwas schwer färbbar, nicht färbbar nach Gram. Wachsen nur auf hämoglobinhaltigen Nährböden (s. Untersuchungsmethoden). Der Influenzabazillus ist gegen äußere Einflüsse (Austrocknung, Besonnung, hohe Temperaturen) sehr empfindlich.

Der Influenzabazillus wurde im Jahre 1891 von R. Pfeiffer im Sputum Influenzakranker gefunden und gilt seither als Erreger der Influenza im engeren Sinne. Es sind neuerdings indessen manche Zweifel laut geworden, ob die klinisch unter dem Bilde der Influenza auftretenden Erkrankungen nicht zum Teil auf andere Erreger zurückzuführen sind, eventuell auch auf filtrierbare Krankheitserreger. Die Inkubationszeit beträgt nur etwa 1—2 Tage. Die Übertragung erfolgt unmittelbar von Mensch zu Mensch, am häufigsten wohl durch Tröpfcheninfektion, aber auch durch Gegenstände, wie Taschentücher usw. Daß Bazillenträger bei der Übertragung ebenfalls eine erhebliche Rolle spielen, darf als sicher gelten.

Die Krankheitserscheinungen können sehr verschiedenartig sein. Am häufigsten ist das Respirationssystem befallen. Mischinfektionen kommen vor. Unter den Nachkrankheiten und Komplikationen sind Pneumonien, Meningitis und Mittelohrerkrankungen gefürchtet.

Die Influenzabazillen finden sich im Nasen-, Rachen- und Bronchialschleim. Im Blut werden sie fast nie gefunden.

Die Diagnose stützt sich auf die mikroskopische und kulturelle Verarbeitung des Auswurfs. Das Serum der Erkrankten agglutiniert Influenzabazillen nach neueren Angaben deutlich, doch tritt die Agglutination erst verhältnismäßig spät auf, so daß sie mehr für die Diagnose abgelaufener Fälle in Frage kommen dürfte.

Die Verbreitung der Influenza ist eine sehr große. Seit der gewaltigen Influenzapandemie des Winters 1889/90 sind kleinere Epidemien oft beobachtet worden, doch ist es bei vielen derselben zweifelhaft, ob es sich dabei stets um Influenza im bakteriologischen Sinne gehandelt hat. Seit dem Sommer 1918 ist eine neue

große Grippeepidemie von Westeuropa her über die Bevölkerung hereingebrochen, welche in der ganzen Welt schätzungsweise 6 Millionen Todesopfer gekostet hat. Während bei der Pandemie des Jahres 1889 hauptsächlich die älteren Leute gefährdet waren, sind bei der Epidemie des Jahres 1918 vorwiegend jüngere Leute, namentlich weiblichen Geschlechts befallen und durch Komplikationen (Pneumonien und Pleuritiden) dahingerafft worden. Ob der Schutz älterer Personen dabei auf früher erworbener Immunität beruht hat, ist noch strittig.

Über die Mortalität lassen sich allgemein gültige Zahlenangaben nicht machen. Über den Wert der neuerdings versuchten Schutzimpfung bei der Influenza läßt sich z. Z. ein abschließendes Urteil nicht abgeben. Tiere erkranken auf natürlichem Wege an Influenza nicht. Nur durch intraperitoneale oder intravenöse Injektion großer Mengen von Kultur lassen sich Kaninchen und Meerschweinchen vergiften.

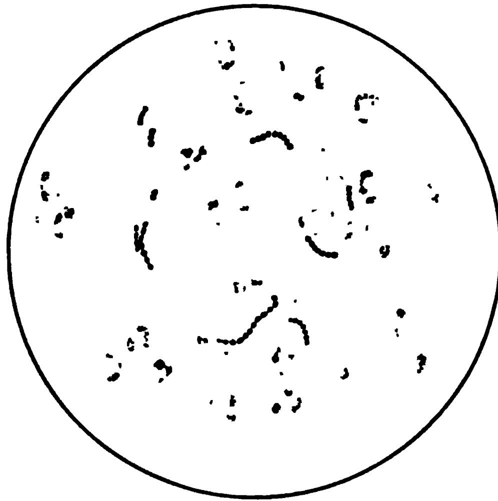


Abb. 31. Eiter mit Streptokokken. Doppelfärbung. Nach Jochmann.

4. Bacillus tussis convulsivae (Keuchhustenbazillus).

Morphologie usw.: Ähnelt dem Influenzabazillus. Unbeweglich, ohne Sporen, nicht färbbar nach Gram. Kultur auf Blutagarplatten.

Von Bordet und Gengou im Jahre 1906 gefunden. Erreger des Keuchhustens.

Aus dem Sputum der Kranken züchtbar. Überstehen verleiht Immunität. Wird durch das Blutserum Keuchhustenkranker schwach agglutiniert.

5. Streptococcus pyogenes s. erysipelatis (Kettenkokken).

Morphologie usw.: Kugelförmige (bisweilen ovale oder abgeplattete), etwa 1 μ im Durchmesser (die Größe wechselt) haltende Formen, zu kürzeren oder längeren Ketten aneinandergereiht (Abb. 31). Unbeweglich. Ohne Sporen. Färben sich gut, auch nach Gram.

Wachsen am besten auf Blutserum oder Ascitesflüssigkeit mit etwas Traubenzuckerzusatz bei 30—37° C. Fakultativ anaerob.

Auf der Gelatineplatte punktförmige bis tröpfchenartige kreisrunde Kolonien, ebenso auf Agar.

Verhältnismäßig gutes Wachstum in alkalischer Nährbouillon in Form einer weißlichen, am Boden des Gläschens schwebenden Trübung oder eines abgelagerten Sedimentes. Pathogene Streptokokken bilden in Bouillon längere Ketten. Die Lebensdauer der Kulturen ist beschränkt. Gegen Austrocknung sind die Streptokokken ziemlich unempfindlich. Die Virulenz schwankt beträchtlich, geht in

Kulturen im übrigen gewöhnlich bald zurück. Es wird wenig Gift in künstlicher Kultur gebildet. Man unterscheidet mehrere durch Züchtung auf Blutagar differenzierbare (Hämolysinbildung) Formen.

Der Streptokokkus wurde von Fehleisen und J. Rosenbach 1884 aus Eiter reingezüchtet.

Die Streptokokken kommen als Saprophyten vor, können aber bei entsprechender Virulenz Erreger von Erysipel (Wundrose), Wundinfektionskrankheiten, Sepsis und Puerperalfieber werden. Mischinfektionen mit anderen Krankheitserregern (Diphtherie, Scharlach, Gelenkrheumatismus, Pocken, Tuberkulose, Angina, Masern u. a. m.) sind häufig und oft bösartig.

Überall verbreitet. Infektion durch Kontakt. Infektionspforten sind hauptsächlich Defektstellen der äußeren Haut und die Schleimhäute.

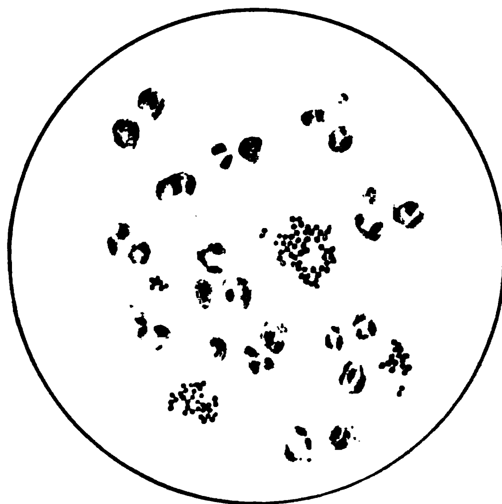


Abb. 32. Eiter mit Staphylokokken. Doppelfärbung. Nach Jochmann.

Gefährlich sind besonders frisch aus Krankheitsprozessen entstammende Streptokokken.

Inkubationszeit meist 1 bis 2 Tage.

Krankheitserscheinungen je nach Lokalisation der Erkrankung verschieden. Die Streptokokken finden sich an den befallenen Körperstellen, bei septischen Prozessen auch im Blut.

Mortalität je nach Lokalisation und Schwere der Infektion verschieden.

Aktive und passive Immunisierung von Tieren ist möglich. Die Verwendung von Streptokokkenseris zu Heilzwecken beim Menschen ist empfohlen und vielfach versucht worden. Die Erfolge sind fraglich.

Von Tieren sind hauptsächlich weiße Mäuse und Kaninchen empfänglich.

6. Staphylococcus pyogenes (Eiterkokkus).

Morphologie usw.: Kleine, gewöhnlich 0,8 μ im Durchmesser haltende runde Kokken, zu zweien oder in größeren Mengen („traubenförmig") aneinander gelagert (Abb, 32). Molekularbewegung im hängenden Tropfen. Keine Sporen.

Färben sich gut, auch nach Gram.

Wachsen gut auf allen Nährböden, am besten bei 37°; besser bei Sauerstoffzutritt als bei Sauerstoffabwesenheit.

Auf der Gelatineplatte bilden sie kleine, rundliche, die Gelatine langsam verflüssigende, auf der Agarplatte runde, saftige, erhabene, ziemlich große Oberflächenkolonien.

In Nährbouillon findet starkes Wachstum unter gleichmäßiger Trübung statt. Wachstum in Milch unter Säurebildung. Die Staphylokokken bilden auf den Nährböden bei Sauerstoffanwesenheit weiße, zitronengelbe oder goldgelbe Farbstoffe (Staph. albus, citreus, aureus). Giftbildung gering, dagegen wird ein rote und weiße Blutkörper lösendes (Staphylolysin und Leukocidin) und ein nekrotisierendes fermentartiges Gift produziert. Die Stoffwechselprodukte der Staphylokokken wirken im allgemeinen stark anlockend auf Leukocyten.

Die Kulturen haben verhältnismäßig große Lebensdauer. Gegen Austrocknung und mäßige Erwärmung sind sie z. T. sehr widerstandsfähig, ebenso gegen Belichtung und chemische Desinfektionsmittel. Schwankende Virulenz der Kulturen. Viele Staphylokokken sind einfache Schmarotzer ohne pathogene Bedeutung.

Von Rosenbach 1884 aus Eiter reingezüchtet. Die pathogenen Formen sind hauptsächlich Erreger von Eiterungen, Panaritien, Abszessen, Furunkeln, Entzündungen des Knochenmarks, der serösen Häute, von Pyämie usw. Mischinfektionen mit Streptokokken, Diphtherie- und Tuberkelbazillen, Aktinomykose häufig. Die Staphylokokken sind überall verbreitet, namentlich der St. albus. Die Infektion erfolgt durch Kontakt, wie bei den Streptokokken an den nämlichen Infektionspforten.

Die Inkubationsdauer ist verschieden, je nach der Lokalisation, desgleichen die Krankheitserscheinungen.

Die Staphylokokken sind an den infizierten Stellen nachzuweisen, bei pyämischen Prozessen auch im Blute.

Mortalität bei Staphylokokkenerkrankungen verschieden, je nach Lokalisation.

Bei vielen Menschen ist eine gewisse natürliche Immunität gegen Staphylokokkeninfektion vorhanden; durch gewisse Krankheiten (Diabetes u. a.) entsteht eine gesteigerte Empfänglichkeit.

Impfungen sind mittels abgetöteter Kulturen (Wright) zu Heilzwecken versucht worden. Passive Immunisierung beim Menschen ist praktisch einstweilen nicht von Bedeutung. Die Empfänglichkeit der üblichen Versuchstiere (Kaninchen, Meerschweinchen, Maus) ist nicht groß.

Bei Mischinfektionen (z. B. Lungentuberkulose) kommt eine den Staphylokokken nahestehende Kokkenart, der Micrococcus tetragenus, häufig vor.

7. Bacillus phlegmones emphysematosae (Gasbrandbazillus).

Der Gasbrand, der — namentlich bei Kriegsverletzungen — häufig sich komplizierten, mit Erde verunreinigten Bruch- und Quetschwunden hinzugesellt, wird nicht durch einen einheitlichen Erreger hervorgerufen, sondern durch eine Reihe von anaerob wachsenden, Gas produzierenden Bakterien, von denen genannt sein mögen: der Bac. phlegmones emphysematosae (Welch-Fraenkelscher Gasbazillus) und der Bac. oedematis maligni (R. Koch). Zur Gruppe des letzteren gehört auch der Ghon-Sachssche Gasbrandbazillus u. a. Mischinfektionen mit anderen Saprophyten sind häufig.

Morphologie usw.: Der Fraenkelsche Gasbazillus ist ein plumpes unbewegliches Stäbchen, bei welchem Sporenbildung selten beobachtet wird, der Ödembazillus ist dagegen begeißelt, schlanker, mäßig beweglich und entwickelt mittelständige Sporen, die dem Bazillus ein spindelförmiges Aussehen verleihen. Beide färben sich nach Gram.

Kulturen im übrigen gewöhnlich bald zurück. Es wird wenig Gift in künstlicher Kultur gebildet. Man unterscheidet mehrere durch Züchtung auf Blutagar differenzierbare (Hämolysinbildung) Formen.

Der Streptokokkus wurde von Fehleisen und J. Rosenbach 1884 aus Eiter reingezüchtet.

Die Streptokokken kommen als Saprophyten vor, können aber bei entsprechender Virulenz Erreger von Erysipel (Wundrose), Wundinfektionskrankheiten, Sepsis und Puerperalfieber werden. Mischinfektionen mit anderen Krankheitserregern (Diphtherie, Scharlach, Gelenkrheumatismus, Pocken, Tuberkulose, Angina, Masern u. a. m.) sind häufig und oft bösartig.

Überall verbreitet. Infektion durch Kontakt. Infektionspforten sind hauptsächlich Defektstellen der äußeren Haut und die Schleimhäute.

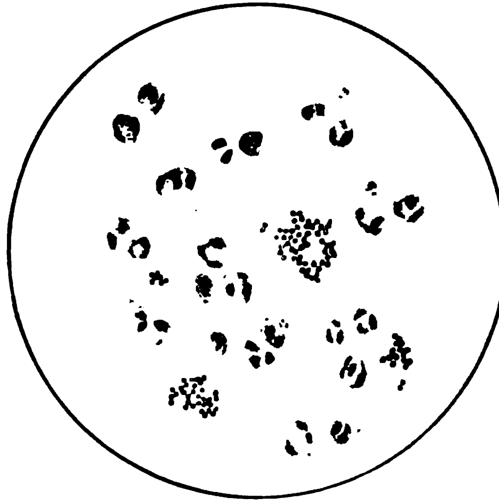


Abb. 32. Eiter mit Staphylokokken. Doppelfärbung. Nach Jochmann.

Gefährlich sind besonders frisch aus Krankheitsprozessen entstammende Streptokokken.

Inkubationszeit meist 1 bis 2 Tage.

Krankheitserscheinungen je nach Lokalisation der Erkrankung verschieden. Die Streptokokken finden sich an den befallenen Körperstellen, bei septischen Prozessen auch im Blut.

Mortalität je nach Lokalisation und Schwere der Infektion verschieden.

Aktive und passive Immunisierung von Tieren ist möglich. Verwendung von Streptokokkenseris zu Heilzwecken beim Menschen ist empfohlen und vielfach versucht worden. Die Erfolge sind fr...

Von Tieren sind hauptsächlich weiße Mäuse und Kaninchen empfänglich.

6. Staphylococcus pyogenes (Eiterkokkus).

Morphologie usw.: Kleine, gewöhnlich 0,8 μ im Durchm... runde Kokken, zu zweien oder in größeren Mengen („trau... gelagert (Abb. 32). Molekularbewegung im hängenden ... Färben sich gut, auch nach Gram.

Wachsen gut auf allen Nährböden, am besten bei 37°; besser bei Sauerstoffzutritt als bei Sauerstoffabwesenheit.

Auf der Gelatineplatte bilden sie kleine, rundliche, die Gelatine langsam verflüssigende, auf der Agarplatte runde, saftige, erhabene, ziemlich große Oberflächenkolonien.

In Nährbouillon findet starkes Wachstum unter gleichmäßiger Trübung statt. Wachstum in Milch unter Säurebildung. Die Staphylokokken bilden auf den Nährböden bei Sauerstoffanwesenheit weiße, zitronengelbe oder goldgelbe Farbstoffe (Staph. albus, citreus, aureus). Giftbildung gering, dagegen wird ein rote und weiße Blutkörper lösendes (Staphylolysin und Leukocidin) und ein nekrotisierendes fermentartiges Gift produziert. Die Stoffwechselprodukte der Staphylokokken wirken im allgemeinen stark anlockend auf Leukocyten.

Die Kulturen haben verhältnismäßig große Lebensdauer. Gegen Austrocknung und mäßige Erwärmung sind sie z. T. sehr widerstandsfähig, ebenso gegen Belichtung und chemische Desinfektionsmittel. Schwankende Virulenz der Kulturen. Viele Staphylokokken sind einfache Schmarotzer ohne pathogene Bedeutung.

Von Rosenbach 1884 aus Eiter reingezüchtet. Die pathogenen Formen sind hauptsächlich Erreger von Eiterungen, Panaritien, Abszessen, Furunkeln, Entzündungen des Knochenmarks, der serösen Häute, von Pyämie usw. Mischinfektionen mit Streptokokken, Diphtherie- und Tuberkelbazillen, Aktinomykose häufig. Die Staphylokokken sind überall verbreitet, namentlich der St. albus. Die Infektion erfolgt durch Kontakt, wie bei den Streptokokken an den nämlichen Infektionspforten.

Die Inkubationsdauer ist verschieden, je nach der Lokalisation, desgleichen die Krankheitserscheinungen.

Die Staphylokokken sind an den infizierten Stellen nachzuweisen, bei pyämischen Prozessen auch im Blute.

Mortalität bei Staphylokokkenerkrankungen verschieden, je nach Lokalisation.

Bei vielen Menschen ist eine gewisse natürliche Immunität gegen Staphylokokkeninfektion vorhanden; durch gewisse Krankheiten (Diabetes u. a.) entsteht eine gesteigerte Empfänglichkeit.

Impfungen sind mittels abgetöteter Kulturen (Wright) zu Heilzwecken versucht worden. Passive Immunisierung beim Menschen ist praktisch einstweilen nicht von Bedeutung. Die Empfänglichkeit der üblichen Versuchstiere (Kaninchen, Meerschweinchen, Maus) ist nicht groß.

Bei Mischinfektionen (z. B. Lungentuberkulose) kommt eine den Staphylokokken nahestehende Kokkenart, der Micrococcus tetragenus, häufig vor.

7. Bacillus phlegmones emphysematosae (Gasbrandbazillus).

Der Gasbrand, der — namentlich bei Kriegsverletzungen — häufig sich komplizierten, mit Erde verunreinigten Bruch- und Quetschwunden hinzugesellt, wird nicht durch einen einheitlichen Erreger hervorgerufen, sondern durch eine Reihe von anaerob wachsenden, Gas produzierenden Bakterien, von denen genannt sein mögen: der Bac. phlegmones emphysematosae (Welch-Fraenkelscher Gasbazillus) und der Bac. oedematis maligni (R. Koch). Zur Gruppe des letzteren gehört auch der Ghon-Sachssche Gasbrandbazillus u. a. Mischinfektionen mit anderen Saprophyten sind häufig.

Morphologie usw.: Der Fraenkelsche Gasbazillus ist ein plumpes unbewegliches Stäbchen, bei welchem Sporenbildung selten beobachtet wird, der Ödembazillus ist dagegen begeißelt, schlanker, mäßig beweglich und entwickelt mittelständige Sporen, die dem Bazillus ein spindelförmiges Aussehen verleihen. Beide färben sich nach Gram.

Kulturen im übrigen gewöhnlich bald zurück. Es wird wenig Gift in künstlicher Kultur gebildet. Man unterscheidet mehrere durch Züchtung auf Blutagar differenzierbare (Hämolysinbildung) Formen.

Der Streptokokkus wurde von Fehleisen und J. Rosenbach 1884 aus Eiter reingezüchtet.

Die Streptokokken kommen als Saprophyten vor, können aber bei entsprechender Virulenz Erreger von Erysipel (Wundrose), Wundinfektionskrankheiten, Sepsis und Puerperalfieber werden. Mischinfektionen mit anderen Krankheitserregern (Diphtherie, Scharlach, Gelenkrheumatismus, Pocken, Tuberkulose, Angina, Masern u. a. m.) sind häufig und oft bösartig.

Überall verbreitet. Infektion durch Kontakt. Infektionspforten sind hauptsächlich Defektstellen der äußeren Haut und die Schleimhäute.

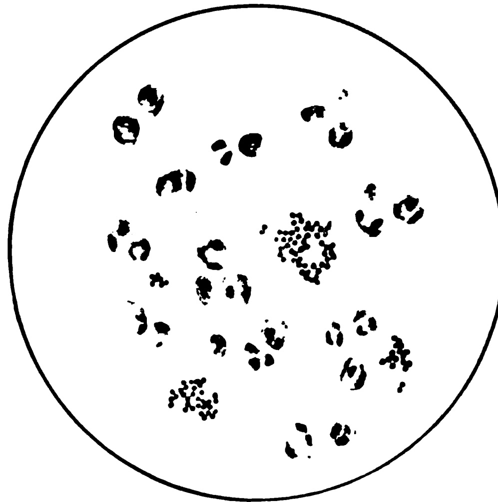


Abb. 32. Eiter mit Staphylokokken. Doppelfärbung. Nach Jochmann.

Gefährlich sind besonders frisch aus Krankheitsprozessen entstammende Streptokokken.

Inkubationszeit meist 1 bis 2 Tage.

Krankheitserscheinungen je nach Lokalisation der Erkrankung verschieden. Die Streptokokken finden sich an den befallenen Körperstellen, bei septischen Prozessen auch im Blut.

Mortalität je nach Lokalisation und Schwere der Infektion verschieden.

Aktive und passive Immunisierung von Tieren ist möglich. Die Verwendung von Streptokokkenseris zu Heilzwecken beim Menschen ist empfohlen und vielfach versucht worden. Die Erfolge sind fraglich.

Von Tieren sind hauptsächlich weiße Mäuse und Kaninchen empfänglich.

6. Staphylococcus pyogenes (Eiterkokkus).

Morphologie usw.: Kleine, gewöhnlich 0,8 μ im Durchmesser haltende runde Kokken, zu zweien oder in größeren Mengen („traubenförmig") aneinander gelagert (Abb. 32). Molekularbewegung im hängenden Tropfen. Keine Sporen. Färben sich gut, auch nach Gram.

Wachsen gut auf allen Nährböden, am besten bei 37°; besser bei Sauerstoffzutritt als bei Sauerstoffabwesenheit.

Auf der Gelatineplatte bilden sie kleine, rundliche, die Gelatine langsam verflüssigende, auf der Agarplatte runde, saftige, erhabene, ziemlich große Oberflächenkolonien.

In Nährbouillon findet starkes Wachstum unter gleichmäßiger Trübung statt. Wachstum in Milch unter Säurebildung. Die Staphylokokken bilden auf den Nährböden bei Sauerstoffanwesenheit weiße, zitronengelbe oder goldgelbe Farbstoffe (Staph. albus, citreus, aureus). Giftbildung gering, dagegen wird ein rote und weiße Blutkörper lösendes (Staphylolysin und Leukocidin) und ein nekrotisierendes fermentartiges Gift produziert. Die Stoffwechselprodukte der Staphylokokken wirken im allgemeinen stark anlockend auf Leukocyten.

Die Kulturen haben verhältnismäßig große Lebensdauer. Gegen Austrocknung und mäßige Erwärmung sind sie z. T. sehr widerstandsfähig, ebenso gegen Belichtung und chemische Desinfektionsmittel. Schwankende Virulenz der Kulturen. Viele Staphylokokken sind einfache Schmarotzer ohne pathogene Bedeutung.

Von Rosenbach 1884 aus Eiter reingezüchtet. Die pathogenen Formen sind hauptsächlich Erreger von Eiterungen, Panaritien, Abszessen, Furunkeln, Entzündungen des Knochenmarks, der serösen Häute, von Pyämie usw. Mischinfektionen mit Streptokokken, Diphtherie- und Tuberkelbazillen, Aktinomykose häufig. Die Staphylokokken sind überall verbreitet, namentlich der St. albus. Die Infektion erfolgt durch Kontakt, wie bei den Streptokokken an den nämlichen Infektionspforten.

Die Inkubationsdauer ist verschieden, je nach der Lokalisation, desgleichen die Krankheitserscheinungen.

Die Staphylokokken sind an den infizierten Stellen nachzuweisen, bei pyämischen Prozessen auch im Blute.

Mortalität bei Staphylokokkenerkrankungen verschieden, je nach Lokalisation.

Bei vielen Menschen ist eine gewisse natürliche Immunität gegen Staphylokokkeninfektion vorhanden; durch gewisse Krankheiten (Diabetes u. a.) entsteht eine gesteigerte Empfänglichkeit.

Impfungen sind mittels abgetöteter Kulturen (Wright) zu Heilzwecken versucht worden. Passive Immunisierung beim Menschen ist praktisch einstweilen nicht von Bedeutung. Die Empfänglichkeit der üblichen Versuchstiere (Kaninchen, Meerschweinchen, Maus) ist nicht groß.

Bei Mischinfektionen (z. B. Lungentuberkulose) kommt eine den Staphylokokken nahestehende Kokkenart, der Micrococcus tetragenus, häufig vor.

7. Bacillus phlegmones emphysematosae (Gasbrandbazillus).

Der Gasbrand, der — namentlich bei Kriegsverletzungen — häufig sich komplizierten, mit Erde verunreinigten Bruch- und Quetschwunden hinzugesellt, wird nicht durch einen einheitlichen Erreger hervorgerufen, sondern durch eine Reihe von anaerob wachsenden, Gas produzierenden Bakterien, von denen genannt sein mögen: der Bac. phlegmones emphysematosae (Welch-Fraenkelscher Gasbazillus) und der Bac. oedematis maligni (R. Koch). Zur Gruppe des letzteren gehört auch der Ghon-Sachssche Gasbrandbazillus u. a. Mischinfektionen mit anderen Saprophyten sind häufig.

Morphologie usw.: Der Fraenkelsche Gasbazillus ist ein plumpes unbewegliches Stäbchen, bei welchem Sporenbildung selten beobachtet wird, der Ödembazillus ist dagegen begeißelt, schlanker, mäßig beweglich und entwickelt mittelständige Sporen, die dem Bazillus ein spindelförmiges Aussehen verleihen. Beide färben sich nach Gram.

Subkutane Verimpfung des Fraenkelschen Gasbazillus ruft bei dem sehr empfänglichen Meerschweinchen charakteristische Ödembildung und Muskelnekrose hervor. Für den Ödembazillus sind auch Kaninchen empfänglich. Beide Bakterienarten bilden Toxine. Gegen das Toxin der Gruppe von Gasbranderregern, zu welcher der Kochsche Ödembazillus gehört, ist es gelungen ein Antitoxin zu gewinnen. Im Blut werden die Gasbazillen gewöhnlich erst postmortal gefunden.

Beide kommen in gedüngtem Boden vor. Der Gasbrand der Wunden ist eine schwere, sehr häufig tödlich verlaufende Infektion.

Therapeutische Versuche mit polyvalenten antibakteriellen Gasbrandimmunseris haben bereits teilweise befriedigt.

Die Bakteriologie des Gasbrandes ist übrigens noch nicht restlos geklärt.

8. Bacillus pyocyaneus.

Morphologie usw.: Schlanke, lebhaft bewegliche, mit einer endständigen Geißel versehene, sporenfreie, sich nach Gram nicht färbende Stäbchen. Wachsen auf den üblichen Nährböden gut, sowohl bei Brut- wie bei Zimmertemperatur, am besten bei Sauerstoffzutritt. Sie verflüssigen die Gelatine. Bei Sauerstoffanwesenheit bildet der B. pyocyaneus einen grüngelben und einen blauen Farbstoff, ferner in Bouillonkulturen lösliche Giftstoffe.

Von Gessard 1882 zuerst rein gezüchtet.

Gefunden bisweilen als Erreger entzündlicher Prozesse und oft im Eiter; für Meerschweinchen mäßig pathogen.

Als Saprophyt häufig und dem in Wässern verbreitetem B. fluorescens liquefaciens ähnlich.

Der B. pyocyaneus ist Antagonist einiger pathogener Bakterien (Milzbrand, Staphylokokken). Das von ihm in Kulturen produzierte proteolytische Ferment, die Pyocyanase (Emmerich und Löw) wird zur lokalen Behandlung diphtheritischer und anderer bakterieller Infektionen verwendet.

9. Bacterium vulgare (Proteus vulgaris).

Morphologie usw.: Stäbchen, in der Form wechselnd, durch Begeißelung lebhaft beweglich. Ohne Sporen. Färbbarkeit nach Gram nicht konstant. Auf allen Nährböden und bei verschiedenen Temperaturen mit und ohne Sauerstoffzutritt gut wachsend. Gelatine wird stark verflüssigt, zuckerfreier Peptonnährboden unter Schwefelwasserstoff- und Indolbildung zersetzt. Traubenzucker wird vergoren. In Bouillonnährböden werden lösliche Toxine gebildet. Gewöhnlichster Fäulniserreger.

Wurde zuerst von Hauser 1885 genauer beschrieben. Wird bisweilen bei entzündlichen Prozessen (Cystitis usw.) gefunden und ist wohl auch öfter bei Fleischvergiftungen als Erreger zu beschuldigen. Oft mit anderen Bakterien vergesellschaftet. Über seine Rolle beim Fleckfieber (Weil-Felixsche Reaktion) vgl. dieses.

10. Diplococcus intracellularis meningitidis (Meningokokkus).

Morphologie usw.: Zu zweien, bisweilen auch zu vieren gelagerte Kokken von abgeplatteter Form, unbeweglich, ohne Sporen, von wechselnder Größe. Färben sich verschieden gut, nicht nach Gram.

Die Meningokokken wachsen nur über 25°, am besten bei 37° und bei Sauerstoffzutritt, und zwar gut nur auf Blutserum- oder Ascitesagar, auf ersterem in runden durchscheinenden Kolonien von 1—3 mm Durchmesser.

Von Zuckerarten werden nur Maltose und Dextrose unter Säurebildung zersetzt, was differential-diagnostisch gegenüber anderen im Nasenrachenraum vorkommenden Diplokokken von Belang ist.

Die den Meningokokken eigentümlichen Giftstoffe haften am Zellleibe (Endotoxine).

Die Kulturen sind in jeder Beziehung wenig widerstandsfähig. Auch bei niederen Temperaturen erfolgt schnelles Absterben.

Der Diplococcus intracellularis wurde 1887 von Weichselbaum bei mehreren Meningitisfällen beobachtet. Jetzt als Erreger der epidemischen Genickstarre anerkannt.

Die Krankheit, schon längere Zeit in Europa bekannt, ist in den letzten Jahren in stärkerer Verbreitung auch im westlichen und östlichen Deutschland aufgetreten. Sie erscheint am häufigsten im Winter und Frühjahr. Befallen werden vorwiegend Kinder, und zwar besonders männlichen Geschlechts.

Die Inkubationszeit beträgt mindestens zwei bis drei Tage.

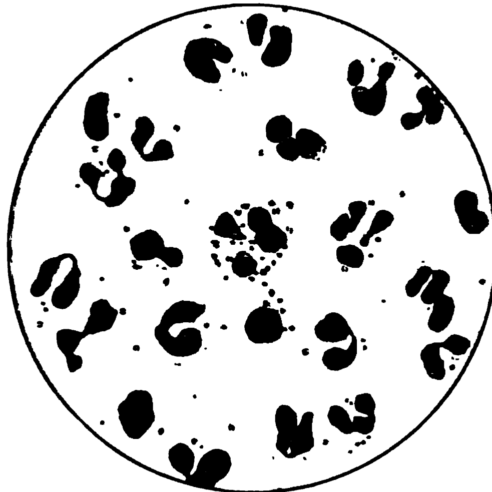


Abb. 33. Diplococcus intracell. mening. (Methylenblaufärbung) aus Lumbalflüssigkeit. Nach Lenhartz-Meyer.

Die Übertragung erfolgt von Mensch zu Mensch. Zweifellos spielen gesunde Bazillenträger dabei eine große Rolle.

Die Infektionspforte ist der obere Nasenrachenraum (Rachentonsille). Von hier aus wandern die Infektionserreger vermutlich auf dem Wege der Lymphbahnen oder der Blutbahnen zu den Gehirnhäuten. Sie verursachen eine akute eitrige Entzündung der weichen Hirnhäute, meist beginnend an der Gehirnbasis, dann auf die Konvexität des Gehirns und auf das Rückenmark übergreifend. Eine Beteiligung der Gehirnnerven (N. opticus, N. acusticus) an der Entzündung ist nicht selten.

Krankheitserscheinungen sind: Kopfschmerzen, Erbrechen, Schüttelfrost, Nackenstarre, Überempfindlichkeit der Haut, Starre der Beinmuskulatur, Störungen im Gebiet der Gehirn- und Spinalnerven. Es kommen stürmisch verlaufende Fälle vor, die schon innerhalb weniger Stunden zum Tode führen.

Die Meningokokken finden sich in den befallenen Organen, gelegentlich auch im Blute. Die Diagnose ist in ausgesprochenen Fällen klinisch unschwer zu stellen. Sichergestellt wird die Diagnose im Zweifelsfall nur durch die mikroskopisch-bakteriologische Untersuchung des Bodensatzes der durch Punktion gewonnenen und dann zentrifugierten Lumbalflüssigkeit (Abb. 33) und des Rachenschleims. Zu empfehlen sind auch

nach **Gram** gefärbte Präparate mit Kontrastfärbung, um die Nichtfärbbarkeit nach **Gram** festzustellen, Kultur auf Ascitesagar und Agglutinationsprüfung der Kolonien mittels eines von vorbehandelten Tieren (Kaninchen, Pferd) gewonnenen agglutinierenden Serums. Differentialdiagnostisch kommt Meningitis nach Pneumonie, Scharlach, septischen Prozessen, Typhus, Tuberkulose in Betracht.

Die Meningokokken sind zu Epidemiezeiten augenscheinlich stark verbreitet. Die Zahl der gesunden Bazillenträger pflegt dann ein Vielfaches der Zahl der Erkrankten zu betragen.

Die **Mortalität** bei übertragbarer Genickstarre wird auf 50—70 °/₀ angegeben. Nachkrankheiten sind häufig.

Eine natürliche **Immunität** besteht bei vielen Personen, namentlich bei Erwachsenen. Eine Schutzimpfung mittels polyvalenter Meningo-

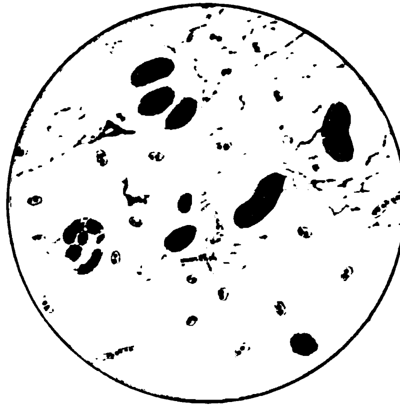


Abb. 34. Pneumokokken im Sputum (Gram-Eosinfärbung.) Nach **Lenhartz.**

kokkensera ist wohl möglich. Sie tritt aber an Bedeutung zurück gegen die **Serumtherapie**. Das durch Behandlung von Pferden mit Meningokokkenkulturen gewonnene Serum wird in größeren Mengen (20—40 ccm mehrmals) intralumbal einverleibt. Erfolge sind bei frühzeitiger Anwendung unverkennbar.

Bei der **Bekämpfung** der übertragbaren Genickstarre ist die Ausfindigmachung der Bazillenträger durch die bakteriologische Untersuchung (Ausstriche vom Sekret des Nasenrachenraumes auf Ascitesagar usw.), Isolierung der Kranken, Desinfektion von Sputum, Taschentüchern, Eß- und Trinkgeschirr u. dgl. wichtig.

Augenscheinlich spielt die Schule bei der Verbreitung der Genickstarre eine weniger bedeutsame Rolle als z. B. bei der Diphtherie. Trotzdem sind bei gehäuftem Auftreten entsprechende schulhygienische Maßnahmen (Fernhaltung der mit Kokken behafteten Kinder) geboten.

11. **Diplococcus pneumoniae** (Pneumokokkus).

In etwa 90 °/₀ der Fälle echter Pneumonie wird dieser Kokkus, auch **Diplococcus lanceolatus** genannt, gefunden.

Morphologie usw.: Die meist zu zweien gelagerten Kokken (Abb. 34) sind oval und an den Enden lanzettförmig zugespitzt. Der Diplokokkus ist unbeweglich. Im Körper des Menschen oder der Versuchstiere beobachtet, zeigt er eine deutliche

Kapsel. Sporenbildung fehlt. Er färbt sich mit den üblichen Farbstoffen, auch nach Gram, wächst schwach auf den gebräuchlichen alkalischen Nährböden, am besten mit Glyzerin- oder Traubenzuckerzusatz und bei 35 bis 37° und ist fakultativ anaerob. Auf der Agarplatte wächst er ähnlich wie der Streptococcus pyogenes.

Die Lebensdauer der Kulturen ist sehr kurz, die Virulenz der Kultur nimmt schnell ab. Im angetrockneten Sputum des Kranken hält sich der Pneumokokkus wochenlang. Sonst ist er gegen Austrocknung sehr empfindlich. Die in Flüssigkeit suspendierten Kokken werden bei 52° in etwa 10 Minuten getötet. Die Giftstoffe des Pneumokokkus sind an den Zelleib gebunden (Endotoxine).

Der Diplococcus lanceolatus wurde zuerst 1884 von A. Fränkel aus einer hepatisierten Lunge in Reinkultur isoliert und als hauptsächlicher Erreger der Pneumonie 1886 von A. Weichselbaum erkannt. Gehäuftes Auftreten der Pneumonien ist bisweilen beobachtet worden.

Der Diplococcus lanceolatus kommt in der Umgebung und auch auf den gesunden Schleimhäuten (Mundhöhle, Rachenhöhle) des Menschen vor. (Normalerweise besteht eine weitgehende natürliche Resistenz gegen die Infektion.) Von hier aus gelangt er wahrscheinlich mit der Atemluft (oder durch Aspiration) in die Lunge und gibt hier bei genügender Virulenz bzw. gesteigerter Disposition des Befallenen Anlaß zur Entstehung einer Pneumonie. Auch eine hämatogene Infektion ist denkbar.

Als Erreger der Pneumonie können indessen auch andere Bakterien auftreten (Bacillus pneumoniae, Streptococcus pyog.) oder es können Mischinfektionen sich ausbilden. Komplikationen der Pneumonie entstehen bisweilen durch Verschleppung der Erreger auf den Lymph- oder Blutbahnen. Abgesehen von Autoinfektionen dürfte die Ansteckung hauptsächlich durch beim Husten der Kranken versprühte infizierte Tröpfchen erfolgen.

Die Inkubationszeit wird auf wenige Stunden bis zu 2 Tagen geschätzt.

Krankheitserscheinungen: Die Pneumonia crouposa beginnt mit Schüttelfrost und plötzlichem Ansteigen der Temperatur, darauf Seitenstechen und Husten. Das expektorierte Sputum ist charakteristisch rostfarben und enthält den Diplococcus lanceolatus. Febris continua bis zu dem meist am 5. oder 7. Tage erfolgenden kritischen Fieberabfall.

Der Diplococcus lanceolatus wird bei Pneumonie nicht nur im Lungenauswurf gefunden, sondern bisweilen auch im zirkulierenden Blut, bei tödlichen Fällen gewöhnlich sowohl in der Niere, wie auch im Knochenmark (Pneumokokkensepsis), ferner in sekundär sich anschließenden Prozessen (Pleuritis, Perikarditis). Die Diagnose wird klinisch, mikroskopisch und nötigenfalls durch den Tierversuch (subkutane Injektion von gewaschenem Sputum bei weißen Mäusen: Septikämie) gestellt.

Die Mortalität bei Diplokokkenpneumonie beträgt etwa 10—30 %, je nach der Virulenz der Erreger, dem Alter und dem körperlichen Zustand der Erkrankten. Zur Behandlung der durch Pneumokokken hervorgerufenen Pneumonie wird von manchen Seiten die Anwendung eines bakteriotrop wirkenden Pneumokokkenserums (von Pferden, Rindern oder Schafen) empfohlen. Überstehen der Krankheit scheint meist eine längere Immunität hervorzurufen.

Von Tieren sind Kaninchen und Mäuse für Pneumokokken besonders empfänglich. Sie gehen nach der Impfung innerhalb dreier Tage an Pneumokokkenseptikämie zugrunde.

Seltener wird bei Pneumonie der Bacillus pneumoniae Friedländer gefunden, ein kurzes, unbewegliches, sich nach Gram ent-

färbendes, im Tierkörper von einer Kapsel umgebenes, leicht kultivierbares Stäbchen ohne Sporenbildung, schwach pathogen für Mäuse und Meerschweinchen. Den Pneumokokken ähnliche Kapselbazillen hat man bei der ziemlich seltenen Neubildung in der Nasalgegend, dem Rhinosklerom gefunden.

12. Micrococcus gonorrhoeae (Gonokokkus).

Morphologie usw. Nahezu halbkugelige, zu je zweien mit der Schnittfläche einander zugekehrt gelagerte Organismen (Semmelform), meist innerhalb der Eiterzellen gelagert (Abb. 35), unbeweglich, ohne Sporen, mit den üblichen Farbstoffen färbbar, am besten mit Löfflerschem Methylenblau, aber nicht nach Gram.

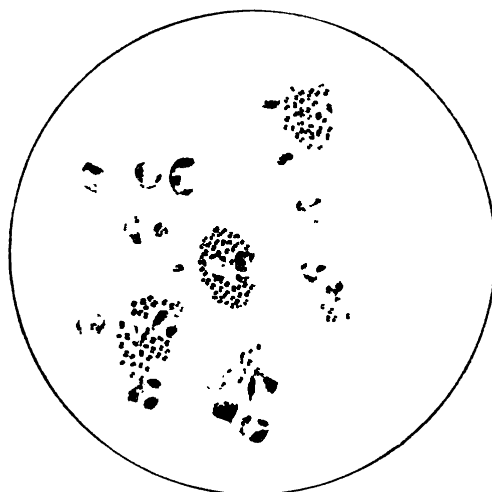


Abb. 35. Gonokokken-Eiter. Nach Jochmann.

Wächst nur bei Bruttemperatur, am besten bei Sauerstoffzutritt, und zwar nur auf besonderen Nährböden, z. B. auf mit Ascitesflüssigkeit oder Blutserum hergestelltem Agar.

Die Widerstandsfähigkeit der Gonokokken gegen äußere Einflüsse aller Art ist ziemlich gering. Die Gonokokken enthalten ein Endotoxin.

Der Gonokokkus wurde 1879 durch A. Neißer entdeckt. Er ist der Erreger des Trippers (der Gonorrhoe) bei Mann und Frau und vermag auch eine Reihe anderer Leiden wie Cystitis, Endometritis, Metritis, Salpingitis usw., ferner beim Mann auch Epididymitis hervorzurufen. Infektion der Vaginalschleimhaut erfolgt fast nur bei Kindern.

Der Gonokokkus ist ferner Erreger der Blenorrhoea neonatorum und anderer Conjunctivitiden.

Die Inkubationszeit beträgt durchschnittlich 2—3 Tage.

Die Übertragung erfolgt hauptsächlich durch den Geschlechtsverkehr, seltener durch infizierte Gegenstände (Handtücher u. dergl.), beim Neugeborenen (Augen) während des Geburtsaktes durch die erkrankte Mutter. Die Infektionspforten sind also die Schleimhäute.

Krankheitserscheinungen: Beim Manne tritt bei genitaler Infektion bald brennendes Gefühl in der Harnröhre auf und ein zunächst schleimiges, dann eitriges Sekret, in welchem die Gonokokken leicht mikroskopisch mit Hilfe des gefärbten Präparates nachzuweisen sind. Die Sekretion und die übrigen

Erscheinungen verschwinden je nach der Behandlung in einigen Wochen. Geht der Tripper in die chronische Form über, so wird das Sekret spärlich und auch die Anzahl der in ihm enthaltenen Gonokokken sehr gering. Trotzdem ist die Übertragung der Krankheit auf den Gesunden auch bei der chronischen Form leicht möglich. Komplikationen und Nachkrankheiten sind beim Manne hauptsächlich Harnröhrenstrikturen, Entzündungen der Inguinallymphdrüsen, Cystitis, Epidydimitis; bei der Frau Vulvitis, Urethritis, Erkrankungen des Uterus und der Adnexe, der Blase, des Rektums, der Nieren. Häufig ist Sterilität, sowohl beim Manne wie bei der Frau, die Folge der weiter geleiteten Infektion.

Die Gonokokken finden sich zwar gewöhnlich nur in den entzündlichen Sekreten, treten aber bisweilen auch in das Blut über und vermögen hier eine Gonokokkensepsis mit Metastasen in den Gelenken, dem Herzen usw. hervorzurufen.

Die Diagnose der Gonorrhoe kann meist klinisch und durch die einfache mikroskopische Untersuchung des gefärbten Präparates gestellt werden (Löffler- und Gramfärbung). Hierbei ist auch auf die Lagerung der Kokken innerhalb der Eiterzellen zu achten. In Zweifelsfällen muß das Kulturverfahren zur Hilfe genommen werden, zumal zur Unterscheidung von dem sog. Micrococcus catarrhalis (Pfeiffer).

Die große Verbreitung der Gonorrhoe ist bekannt. Genaue Zahlen lassen sich aus begreiflichen Gründen nicht geben. Immunität wird durch Überstehen der Krankheit nicht erworben. Eine Schutzimpfung kommt nicht in Frage. Versuche, Gonokokkenerkrankungen spezifisch zu beeinflussen durch Serum- oder Vakzinebehandlung, sind z. T. mit Erfolg gemacht worden. Größere praktische Bedeutung haben die Ergebnisse jedoch noch nicht.

Tiere sind gegen natürliche Infektion mit Gonorrhoe immun. Wegen der Bekämpfung dieser Krankheit vgl. S. 373.

13. Bacillus ulceris cancrosi.

Morphologie usw.: Ziemlich dicke Kurzstäbchen, unbeweglich, ohne Sporen, nach Gram nicht färbbar. Kulturen nur schwierig auf Blutagar.

Gefunden 1889 von Ducrey in einem venerischen Geschwür (Ulcus molle). Erreger des weichen Schankers, jener lokal bleibenden, zumeist gelegentlich des Geschlechtsverkehrs übertragenen Affektion am Sulcus coronarius, Frenulum oder Orificium praeputii und an den Schamlippen Inkubationszeit 1—2 Tage.

Komplikation: Entzündung der Inguinallymphdrüsen.

b) Infektiöse Mikroorganismen mit proliferativ-entzündlicher Wirkung.

1. Bacillus tuberculosis (Tuberkelbazillus).

Morphologie usw. Schlanke, dünne, häufig leicht gebogene Stäbchen von 2—4 μ Länge und etwa 0,5 μ Dicke, unbeweglich, ohne Sporenbildung.

Der Tuberkelbazillus färbt sich schwer und ungleichmäßig infolge einer ihn umgebenden wachsartigen Hülle, es müssen daher besondere Färbeverfahren bei ihm zur Anwendung gebracht werden. Hat er einmal die Farbe angenommen, so hält er sie auch bei Behandlung mit Säuren im Gegensatz zu den meisten anderen Mikroorganismen fest („Säurefestigkeit"). Er verhält sich also ähnlich wie die Sporen der Bakterien. Nach Gram läßt er sich bei sehr langer Einwirkung des Farbstoffs färben. Der Tuberkelbazillus wächst nicht auf allen Nährböden. Er läßt sich züchten auf Glyzerinbouillon, Glyzerinagar und erstarrtem Blutserum, und zwar nur bei Sauerstoffanwesenheit. Erforderliche Temperatur

29—37°. Das Wachstum erfolgt langsam in Form dicker Häute (Bouillon) bzw. krümeliger weißer Auflagerungen. Die Giftstoffe des Tuberkelbazillus sind hauptsächlich Endotoxine.

Die Widerstandsfähigkeit der Tuberkelbazillen gegen Austrocknung, höhere Temperaturen und chemische Einflüsse (Desinfektionsmittel) ist erheblich. Trockenes Sputum kann noch nach Wochen lebende Tuberkelbazillen enthalten. In Flüssigkeiten suspendiert werden Tuberkelbazillen nach Forster durch 15 Min. langes Erhitzen auf 65° abgetötet (vgl. Milch). Verdünntes Kresolwasser tötet Tuberkelbazillen erst in zwei Stunden. Vgl. im übrigen das Kapitel: Desinfektion.

Nachdem Villemin 1865 bereits die Übertragbarkeit der Tuberkulose durch tuberkulöses Material festgestellt hatte, fand R. Koch 1882 den Erreger selbst und züchtete ihn in Reinkultur. Der Tuberkelbazillus der menschlichen Tuberkulose wurde ursprünglich auch als Erreger der Perlsucht der Rinder angesehen. Heute vermag man die Erreger der menschlichen Tuberkulose (Typus humanus), der Rindertuberkulose (Typus bovinus) und der Hühnertuberkulose (Typus gallinaceus) mikroskopisch, durch Kultur und Tierversuch (Kaninchen) voneinander zu unterscheiden. Die Hühnertuberkulose befällt den Menschen sehr selten.

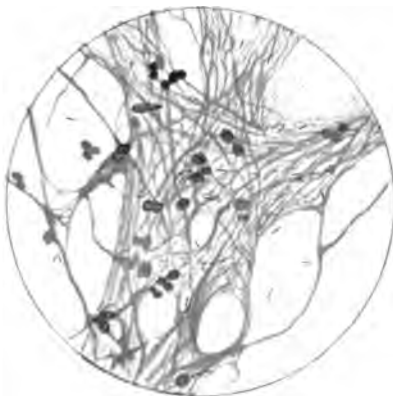


Abb. 36. Tuberkelbazillen im Sputum. Nach Lenhartz-Meyer.

Der Typus bovinus tötet z. B. Kaninchen bei subkutaner oder intravenöser Injektion innerhalb einiger Monate bzw. Wochen, der Typus humanus erzeugt dagegen nur lokale, keine allgemeinen pathologischen Veränderungen. Näheres ist in den Spezialwerken nachzulesen.

Eine bestimmte Inkubationszeit läßt sich für die Tuberkulose beim Menschen nicht angeben, mindestens dürfte sie mehrere Wochen bis Monate betragen. Meerschweinchen gehen nach subkutaner oder intraperitonealer künstlicher Injektion mit Tuberkelbazillen meist in 6—8 Wochen an Tuberkulose ein. Aber schon nach 3—4 Wochen bilden sich charakteristische tuberkulöse Drüsenanschwellungen bei ihnen heraus.

Die Übertragung der Tuberkulose geschieht in erster Linie unmittelbar von Mensch zu Mensch, am weitaus häufigsten auf dem Atmungswege. Es bildet sich dann die bekannteste Form der Tuberkulose, die Lungenschwindsucht oder Phthisis pulmonum aus, an welche sich sekundär bisweilen eine Erkrankung des Kehlkopfes schließt. Außerhalb des menschlichen und tierischen Körpers kann sich der Tuberkelbazillus zwar gewöhnlich nicht vermehren, wohl aber längere Zeit infektionstüchtig erhalten.

Nach Flügge dürfte es sicher sein, daß der Transport der Tuberkelbazillen vom Respirationsapparat des Tuberkulösen zu den Atmungsorganen der gesunden Umgebung vorwiegend unmittelbar durch die beim Sprechen, Husten und Niesen versprühten Wassertröpfchen sich vollzieht („Tröpfcheninfektion"), seltener mittelbar durch tuberkelbazillenhaltigen Staub. Die Entfernung, auf welche für gewöhnlich die Gefahr der Tröpfcheninfektion noch erheblich ist, wird auf 1—$1^1/_2$ m angenommen.

Außer der Lunge können fast alle Organe des Körpers tuberkulös erkranken. Die Wege der Infektion sind nicht in allen Fällen klar, doch werden anscheinend zunächst gewöhnlich (auf dem Lymphwege) die der Eintrittsstelle am nächsten gelegenen Lymphdrüsen befallen. Die Tuberkulose des Darms kann primär entstehen, namentlich beim Kind, häufiger entsteht sie sekundär durch Selbstinfektion mittels verschluckten Sputums. Jedenfalls ist nach den von Flügge und seinen Schülern angestellten Versuchen zur Erzielung einer Infektion vom Magendarmkanal aus das Mehrhundertfache der für eine Infektion von der Lunge aus notwendigen Dosis erforderlich. Schon hieraus würde sich das seltenere Befallensein des Verdauungskanals erklären.

Die auf dem Wege der Lymphbahnen eingedrungenen Tuberkelbazillen erzeugen zunächst eine lokale Lymphdrüsentuberkulose. Der als Skrofulose bezeichnete Krankheitszustand der Kinder, welcher mit sichtbaren Drüsenschwellungen der Halslymphdrüsen einhergeht, beruht ebenfalls zumeist auf tuberkulöser Infektion. Findet der Durchbruch einer tuberkulösen Lymphdrüse in ein Blutgefäß statt, so kommt es zu einer Überschwemmung des ganzen Körpers mit Tuberkelbazillen unter der Form der sog. Miliartuberkulose (milium = Hirse), d. h. unter Ausbildung zahlloser kleinster tuberkulöser Herde.

Auf die vielgestaltigen Erscheinungsformen der tuberkulösen Erkrankungen kann hier nicht eingegangen, es muß hierfür vielmehr auf die Lehrbücher der inneren Medizin, der Chirurgie usw. verwiesen werden.

Der Tuberkelbazillus läßt sich in allen von der Tuberkulose befallenen Organen nachweisen, nach neueren Befunden wird er auch bei chronischer hochgradiger Tuberkulose bisweilen im Blute gefunden, regelmäßig bei Miliartuberkulose. In den eigentümlichen knötchenförmigen Wucherungen (Tubercula), welche in dem befallenen Gewebe durch den Reiz der eingedrungenen Tuberkelbazillen entstehen und von welchen die Krankheit ihren Namen erhalten hat, ist er ebenfalls nachweisbar. Die Knötchen neigen zunächst zur „Verkäsung", dann zur Erweichung und Einschmelzung. Näheres hierüber lehrt die pathologische Anatomie.

Am häufigsten ist der Nachweis der Tuberkelbazillen im Auswurf tuberkulös erkrankter Lungen zu führen, gelegentlich auch im Urin und in den Fäzes. Die Diagnose der Tuberkulose gestaltet sich verschieden, je nachdem es sich um eine offene oder geschlossene Erkrankung handelt.

Bei der ersteren (hauptsächlich Lungentuberkulose mit bestehendem Auswurf) kann der Nachweis bekanntlich in verhältnismäßig einfacher Form durch die mikroskopische Feststellung der Infektionserreger im gefärbten Präparat erbracht werden. Vorbehandlung des Auswurfs, z. B. mittels Antiforminlösung nach Uhlenhuth, zwecks Auflösung und Homogenisierung des Schleims, ist notwendig, falls die Tuberkelbazillen nur in geringer Anzahl vorhanden sind. Durch Absetzenlassen oder Zentrifugieren kann man so eine Anreicherung der Infektionserreger in der zu untersuchenden Masse erzielen. Näheres hierüber siehe in den Lehrbüchern der klinischen Diagnostik.

Durch Herbeiziehung des Tierversuchs (Meerschweinchen subkutan in der Schenkelbeuge und intraperitoneal geimpft) kann die Diagnose gesichert oder

wie bei der Untersuchung von Milch, Exsudaten, Harn u. dgl. von vornherein gestellt werden[1]).

Zur Diagnose der geschlossenen Tuberkulose versucht man, spezifische Reaktionen durch subkutane, kutane und konjunktivale Einverleibung kleiner Mengen von „Tuberkulin" auszulösen.

Als „Tuberkulin" bezeichnet man verschiedene, aus abgetöteten Tuberkelbazillen gewonnene Präparate, die teils die wasser- und glyzerinlöslichen Bestandteile der Tuberkelbazillen enthalten (Kochs Alttuberkulin), teils die feinzerriebene Leibessubstanz der Bazillen selbst in Emulsionsform.

Die Einverleibung des Tuberkulins ruft bei Gesunden keine nennenswerten Reaktionen hervor; dagegen treten bei Personen, die mit einem tuberkulösen Herd behaftet sind, nach Einverleibung selbst kleiner Tuberkulindosen (Bruchteile eines Milligramm) Fieber, Abgeschlagenheit und lokale Entzündung (Rötung) auf. Bei der kutanen Applikation (v. Pirquet) und der konjunktivalen („Ophthalmoreaktion" nach Wolff-Eisner und Calmette) verbleibt es bei der lokalen Entzündung ohne Fiebererscheinungen. An welcher Stelle sich der tuberkulöse Herd im Körper befindet, ist allerdings mittels der Tuberkulinreaktion nicht festzustellen.

Die Verbreitung der Tuberkulose unter den Menschen ist bekanntlich sehr groß.

Die Gesamtverluste an Menschenleben durch diese Krankheit überstiegen jährlich in ganz Deutschland in den letzten Jahren vor dem Kriege immer noch 100 000. Rechnet man auf einen Todesfall eine jeweilige Zahl von 5—10 Kranken, so würden dauernd $^1/_2$—1 Million Tuberkulöser vorhanden sein.

Von allen Todesfällen der Altersklassen von 15—30 Jahren wird nahezu die Hälfte durch Tuberkulose hervorgerufen. Auf Grund der diagnostischen Prüfungen mittels des Tuberkulins wird man zu der Annahme gedrängt, daß weitaus die Mehrzahl der Erwachsenen einmal eine tuberkulöse Infektion durchgemacht hat und daß solche Leute latente oder ausgeheilte tuberkulöse Herde in ihrem Körper besitzen. Zu gleichen Schlüssen führt das Ergebnis der Leichenöffnungen. Ob der latente tuberkulöse Herd sich zu einer manifesten Tuberkulose entwickelt oder latent bleibt, hängt wahrscheinlich größtenteils von den hygienischen Verhältnissen des einzelnen und auch wohl von dem Eintreten gewisser Zufälligkeiten ab.

Das Zusammenleben mit an offener Tuberkulose Leidenden unter ungünstigen Wohnungsverhältnissen, wie es leider zahllosen Kindern tuberkulöser Eltern nicht erspart bleibt, bildet zweifellos eine der Hauptursachen des Ausbruchs der fälschlich als besonders vererblich angesehenen Krankheit. Unter diesen Verhältnissen erliegt der Organismus, der einzelne Angriffe des Tuberkelbazillus siegreich abschlagen würde, schließlich der Massigkeit und Häufigkeit der Angriffe. Diese Umstände machen es begreiflich, daß eine bestimmte Angabe über die Mortalität bei der Tuberkulose nicht gemacht werden kann. Wir wissen nur, daß eine rechtzeitig erkannte und sachgemäß behandelte Tuberkulose auszuheilen vermag.

Eine unmittelbare Vererbung der Tuberkulose kann nur ausnahmsweise bei hochgradiger Tuberkulose der Mutter oder Miliartuberkulose durch Infektion des Fötus auf dem Wege des Plazentarkreislaufes vorkommen. Dagegen kann natürlich eine für die Infektion mit Tuberkelbazillen empfänglich machende allgemeine Körperschwäche ein Erbteil von beiden Eltern sein. Für die Infektion mit Tuberkulose machen ferner empfänglich: mangelhafte Ernährung, Mangel an Aufenthalt in freier Luft, Alkoholismus, Diabetes und von den akuten Infektionskrankheiten namentlich die Influenza.

Das Wochenbett kann für tuberkulosegefährdete Frauen verhängnisvoll werden.

---

[1]) Säurefeste, nicht zu den Tuberkelbazillen gehörige Stäbchen kommen in der Milch und der Butter, ferner auch im Harn (Smegmabazillen) vor. Sie können Tuberkelbazillen vortäuschen. Der Tierversuch entscheidet.

Von den gewerblich tätigen Personen fallen namentlich Buchdrucker, Glasschleifer, Maler, Schneider, Schreiber und Steinhauer erfahrungsgemäß besonders häufig der Tuberkulose zum Opfer.

Eine Schutzimpfung gegen Tuberkulose kommt praktisch einstweilen nicht in Frage.

Die Versuche, den tuberkulösen Krankheitsprozeß aktiv durch Einverleibung von lebenden avirulenten Infektionserregern (z. B. Kaltblütertuberkelbazillen) zu beeinflussen, haben zweifelsfreie Erfolge bisher nicht erzielt. Die passive Immunisierung durch Tuberkuloseserum besitzt keine praktische Bedeutung. Dagegen hat in den Anfangsstadien der Erkrankung die Tuberkulinbehandlung zweifellos an Boden gewonnen. Neuerdings versucht man auch mit Hilfe der im Tuberkelbazillus enthaltenen lipoïden Stoffe (Partialantigene nach Deycke und Much) eine Immunisierung zu erzielen. Über die Immunitätsverhältnisse und die Wirkungen des Tuberkulins auf den Krankheitsprozeß gehen die aufgestellten Theorien noch auseinander.

Von Laboratoriumstieren sind für die Erreger der menschlichen Tuberkulose besonders Meerschweinchen und Affen empfänglich.

Die Tatsache, daß die Tuberkulose unter dem Milchvieh weit verbreitet ist, daß aber andererseits sich zwei Haupttypen des Tuberkelbazillus, der Typ. humanus und der Typ. bovinus unterscheiden lassen, hat zu einem lebhaften Meinungsaustausch über die Bedeutung der Rindertuberkulose für die menschliche Pathologie geführt. Bei der enormen Verbreitung der Tuberkulose („Perlsucht") unter den Rindern (20—30 %, vgl. das Kapitel Fleisch) war eine Entscheidung dieser Frage von erheblicher Bedeutung.

Es ist weniger das Fleisch tuberkulöser Tiere, das als Infektionsquelle in Betracht kommt, als die Marktmilch und die Butter, von denen man durchschnittlich etwa 10 % als tuberkelbazillenhaltig wird ansprechen dürfen, denn Kühe, welche an Eutertuberkulose leiden, scheiden regelmäßig große Mengen Tuberkelbazillen in die Milch aus.

Eingehende Untersuchungen haben gezeigt, daß auch die Rindertuberkelbazillen (Typus bovinus) — die übrigens auch für manche andere Tiere pathogen sind — beim Menschen schwere tuberkulöse Infektionen hervorrufen können, daß also Maßnahmen gegen die Verbreitung der Rindertuberkulose — Immunisierung der Rinder mit Bovovakzin, einem aus menschlichen lebenden Tuberkelbazillen gewonnenen pulverförmigen Impfstoff; Tuberkulinprobe zu diagnostischen Zwecken, Fleischbeschau usw. — nicht nur aus wirtschaftlichen Gründen, sondern auch im Interesse der menschlichen Gesundheitspflege geboten sind. Da sich jedoch nach den bisherigen Erfahrungen der Typus bovinus bei tuberkulösen Erkrankungen des Menschen nur in etwa 10 % der Fälle findet, auch dann meistens nur bei Infektionen im Kindesalter und in Form geschlossener Tuberkulosen („Fütterungstuberkulose"), so ergibt sich, daß er als Infektionserreger gegenüber dem Typus humanus weit an Bedeutung zurücktritt.

Der Kampf gegen die Tuberkulose als Volkskrankheit hat die Aufgabe, die an offener Tuberkulose leidenden Personen für ihre Umgebung möglichst unschädlich zu machen und die im Anfangsstadium der Krankheit befindlichen zu heilen.

Der in seinem Auswurf Bazillen entleerende Kranke muß hygienisch erzogen, d. h. angehalten werden, diesen Auswurf in geeigneter Weise zu beseitigen (Taschenspuckflaschen usw.), er soll mit Gesunden nicht das Bett, womöglich auch nicht das Schlafzimmer teilen, eigene Wäsche (Taschentücher!) und eigenes Eß- und Trinkgeschirr besitzen, die nach Gebrauch gesondert zu reinigen und zu desinfizieren sind (Auskochen). Der Staub muß in von Tuberkulösen bewohnten Räumen durch feuchtes Aufwischen beseitigt werden. Staubfänger (Teppiche u. dgl.) sind nach Möglichkeit zu vermeiden. Durch kranke Eltern oder sonstige Familienangehörige tuberkulosegefährdete Kinder sind tunlichst gesunden Personen in

Pflege zu geben. Bei Verdacht auf tuberkulöse Erkrankung ist die Diagnose so früh wie möglich zu stellen und die notwendige Behandlung unverzüglich einzuleiten.

Zur Bekämpfung der Tuberkulose wurde im Jahre 1902 die „Internationale Vereinigung gegen die Tuberkulose“ mit dem Abzeichen des roten Doppelkreuzes ins Leben gerufen. In Deutschland wurde schon erheblich früher (1895) das „Deutsche Zentralkomitee zur Bekämpfung der Tuberkulose“ begründet.

Im Frühjahr 1913 waren in Deutschland bereits 105 Kinderheilstätten, 115 Walderholungsstätten, 18 Waldschulen und Ferienkolonien und über 100 Heilstätten, die vornehmlich von den Landesversicherungsanstalten ins Leben gerufen waren, im Betriebe. In diese können nach dem § 1269 der Reichsversicherungsordnung (Invalidenversicherung) nur solche Kranke aufgenommen werden, bei welchen die Wiederherstellung der Erwerbsfähigkeit durch die Behandlung zu erwarten steht. Für die Unheilbaren bleibt nur die Pflege im eigenen Heim (hygienisch bedenklich!) oder in Krankenanstalten, am besten in solchen mit besonderen Tuberkuloseabteilungen übrig. Da solche Anstalten aber von den Kranken gemieden werden („Sterbehäuser“), wäre es empfehlenswert, die Heilstätten auch den Schwerkranken zu öffnen.

In anderen Ländern (z. B. in England) bestehen besondere Tuberkulosekrankenhäuser.

Von segensreichstem Einfluß sind ferner die Auskunfts- und Fürsorgestellen für Lungenkranke. Ihre Zahl betrug im Frühjahr 1919 bereits rund 3000. Hier finden die Kranken hygienische Beratung, Belehrung und Unterstützung.

Das Deutsche Zentralkomitee zur Bekämpfung der Tuberkulose hat im Jahre 1917 Leitsätze, betr. Ausbau des Fürsorgewesens, Preußen im Nov. 1918 Grundsätze für das Zusammenarbeiten der Krankenkassen mit den Fürsorgestellen für Lungenkranke aufgestellt.

Auch durch den Schulunterricht, durch Flugblätter und Wandermuseen ist das Verständnis für die Gefahren der Tuberkulose als Volkskrankheit und die Erkenntnis der Heilbarkeit bei frühzeitiger sachgemäßer Behandlung zu wecken.

Die systematische Bekämpfung dieser verderblichen Volksseuche hatte erfreuliche Erfolge gezeitigt (Abb. 37). Während im Jahre 1877 von je 10 000 Einwohnern der deutschen Orte über 15 000 Einwohnern noch 37 der Lungenschwindsucht erlagen, war diese Zahl im Jahre 1905 bereits auf 22, im Jahre 1913 sogar auf 15 gesunken. Es entsprach dieses Verhältnis noch einer Gesamtzahl von rund 40 000 Todesfällen an Tuberkulose im Jahre. Da diese städtische Bevölkerung etwa $^3/_8$ der Gesamtbevölkerung Deutschlands ausmacht, so würde sich für ganz Deutschland die oben schon erwähnte Zahl von über 100 000 Tuberkulosetodesfällen jährlich errechnen. Ein weiteres Sinken der Todesfälle war zu erwarten. Da vernichtete der Weltkrieg mit einem Schlage die Frucht jahrelanger mühevollster Arbeit und ungeheurer aufgewendeter Kosten. Denn die Erhebungen zeigten schon im Jahre 1917, daß die Tuberkulosesterblichkeit — verglichen mit der des Jahres 1913 — um mehr als 50 % wieder angestiegen war. Statt 40 000 zählte man in den deutschen Orten über 15 000 Einwohnern fast 68 000 an Tuberkulose Gestorbene. Dieses betrübende Ergebnis muß auf die unzulängliche Versorgung Deutschlands mit Nahrungsmitteln zurückgeführt werden, welche durch die ungesetzliche englische Blockade hervorgerufen worden ist.

Für die Bekämpfung der Tuberkulose bedeutet es zweifellos eine erhebliche Erschwerung, daß (in Preußen) nur die Todesfälle, nicht aber

die Erkrankungen an Tuberkulose anzeigepflichtig sind. Daher bedeutet der Wohnungswechsel tuberkulös Erkrankter für den Nachmieter sehr häufig eine Bedrohung seiner Gesundheit, wenn auch der tuberkulöse Mensch selbst immer die Hauptquelle für die Ansteckung bleibt.

Dem Tuberkelbazillus nahe steht der Erreger des Aussatzes, der **Leprabazillus**, sowohl morphologisch als auch in seinem Verhalten gegen Farbstoffe. Auch er ist „säurefest". Der Leprabazillus wurde 1880 von Armauer Hansen entdeckt. Im Mittelalter in Europa stark verbreitet, findet der Aussatz sich zur Zeit nur noch in Skandinavien, Rußland und den Mittelmeerländern. Vereinzelte Fälle weist auch noch das östliche Deutschland auf. Die Prophylaxe und Bekämpfung erfolgt durch Isolieren der Kranken (Lepraheim bei Memel). Zur Zeit hat die Krankheit für Deutschland keine große praktische Bedeutung mehr.

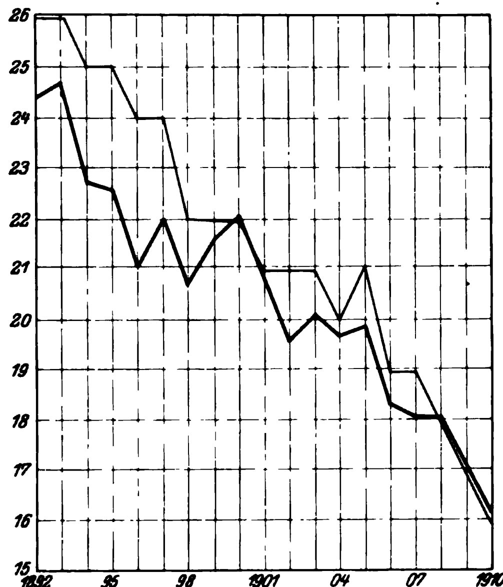


Abb. 37. Abnahme der allgemeinen Sterblichkeit und der Sterblichkeit an Tuberkulose in der Zeit von 1892—1910 nach den Zahlen der Medizinalstatistischen Mitteilungen des Reichsgesundheitsamtes.
- ——— Tuberkulosesterblichkeit $^0/_{000}$. ——— Gesamtsterblichkeit $^0/_{00}$.

2. Bacillus malleï (Rotzbazillus).

Morphologie usw.: Schlanke, unbewegliche, sporenlose Stäbchen, bisweilen Körnchen enthaltend. Nicht ganz leicht färbbar; nicht färbbar nach Gram. Wächst am besten bei Bruttemperatur und Sauerstoffzutritt auf den üblichen Nährböden, namentlich bei schwach saurer Reaktion und Glyzerinzusatz. Wachstum hier ähnlich wie Bact. coli. Auf Kartoffeln bildet er gelbbraune charakteristische Beläge. Milchzucker wird unter Säurebildung zersetzt. In Bouillonkulturen wird ein sehr widerstandsfähiges Toxin (s. u. Malleïn) gebildet. Die Rotzbazillen selbst sind gegen äußere Einflüsse im übrigen nicht besonders resistent.

Der Rotzbazillus, früher schon von anderen Autoren gesehen, wurde 1882 von Löffler und Schütz zuerst in Reinkultur gewonnen. Er ist der Erreger der Rotzkrankheit (Wurm) der Pferde und in erster Linie eine Infektionskrankheit der Tiere (Einhufer, Katzen u a.), wird aber gelegentlich auf den Menschen übertragen und ist hier eine sehr gefürchtete Infektion. Man unterscheidet eine chronische und eine akute Form. Die Inkubationszeit beträgt etwa 3—5 Tage.

Die Infektion des Menschen erfolgt gewöhnlich infolge Beschäftigung mit rotzkranken Tieren, also bei Stallburschen u. dgl., durch kleine Verletzungen von der äußeren Haut aus.

Die Krankheitserscheinungen bestehen in unbestimmten Vorzeichen, Fieber, Schmerzen, Gelenkschwellungen usw. An verschiedenen Stellen der Haut entstehen Rotzgeschwüre, im Bindegewebe und in der Muskulatur nekrotisierende Geschwülste.

Die Diagnose ist unter Umständen schwierig. Sie muß sich auf den kulturellen Nachweis der Bazillen in den Rotzknoten, im Eiter und Nasenschleim, auf die Agglutination mittels eines Serums, das durch Vorbehandlung von Pferden mit abgetöteten Rotzbazillen gewonnen ist, Prüfung des verdächtigen Serums mit einer Aufschwemmung abgetöteter Bazillen (Widalsche Reaktion), Präzipitationsversuch und ev. auch auf die Komplementbindungsreaktion stützen. Ferner kann der Tierversuch (charakteristische Hodenveränderung bei männlichen Meerschweinchen, Straussche Reaktion) herangezogen werden, und schließlich benutzt man eine der Tuberkulinreaktion ähnliche Erscheinung. die bei mit Rotz infizierten Tieren auftritt, wenn man ihnen das von den Rotzbazillen gebildete, nur auf rotzinfizierte Tiere wirkende Gift („Mallein") subkutan einspritzt. Kranke Tiere reagieren dabei mit erheblichen Temperatursteigerungen. Auch als kutane und Ophthalmoreaktion wird die Malleinprobe verwendet. Als Schutzimpfungs- und therapeutisches Mittel kommt das Mallein nicht in Betracht.

Die Verbreitung des Rotzes unter den Menschen ist trotz der großen Infektiosität der Erreger dank den erlassenen Schutzvorschriften gering. Die Mortalität wird auf etwa 50 % veranschlagt. Eine künstliche Immunisierung gegen lebende Rotzerreger ist nicht möglich.

Unter den kleinen Laboratoriumstieren ist besonders empfänglich das Meerschweinchen. Im übrigen sind außer dem Pferd empfänglich Esel, Katzen, Ziegen, Schafe u. a.

Die Bekämpfung des Rotzes ist nur möglich durch frühzeitige Diagnose mittels der Malleinreaktion und die sich hieraus ergebenden veterinär- und sanitätspolizeilichen Maßnahmen.

Für das Arbeiten mit Rotzerregern im Laboratorium sind besondere Vorschriften erlassen worden.

3. Aktinomyces (Strahlenpilz).

Den Bakterien nahestehender Organismus mit verzweigten, langen, dünnen Mycelfäden, meist ohne Eigenbewegung, sporenbildend (Konidien). Mehrere Arten. Von größerem Interesse sind:

Actinomyces bovis et hominis (Boström) und Actinomyces bovis et hominis (Wolff und Israel); ersterer ist ein besser aerob, letzterer ein nur anaerob wachsender Organismus.

Morphologie usw. Die Aktinomycesvegetationen zeigen im Innern der „Strahlenpilzdrusen" (Abb. 38) ein dichotomisch verästeltes, wellig gebogenes Fadengeflecht; die Fäden sind von einer zarten Pilzscheide umschlossen. Durch Querteilung entstehen längere Fäden. Auch mikrokokkenähnliche Formen (Sporen) werden beobachtet. An der Peripherie der Druse schwellen die Pilzfäden keulenförmig an (Degenerations- oder Involutionsformen). Die Aktinomycesdrusen oder Körner haben gewöhnlich die Größe eines Sandkorns bis Hirsekorns und sind von weißer bis gelber Färbung. Das zentrale Fadenwerk färbt sich gut nach Gram, die peripheren Keulen am besten mit Pikrokarmin oder Eosin (Doppelfärbungen).

Die Reinzüchtung aus dem mit Aktinomyces behafteten Material ist nicht ganz leicht, die weitere Fortzüchtung gelingt unschwer auf den üblichen Nährböden, am besten bei 33—37°, je nach der Spezies (s. o.) bei Sauerstoffanwesenheit oder -Abwesenheit.

Der Aktinomycespilz ist gegen einzelne physikalische Einflüsse, wie z. B. Austrocknung, ziemlich resistent.

Der Aktinomycespilz, zuerst im Jahre 1845 von Langenbeck im kranken Knochengewebe nachgewiesen, wurde 1877 erstmalig von Bollinger genauer beschrieben, später hauptsächlich von Boström, Wolff und Israel eingehend studiert. Er ist der Erreger der Aktinomykose des Menschen und der Tiere. Die Krankheit tritt beim Menschen sporadisch, beim Tier (Rind) bisweilen auch seuchenhaft auf und entsteht hauptsächlich durch das Eindringen von mit Aktinomyces-

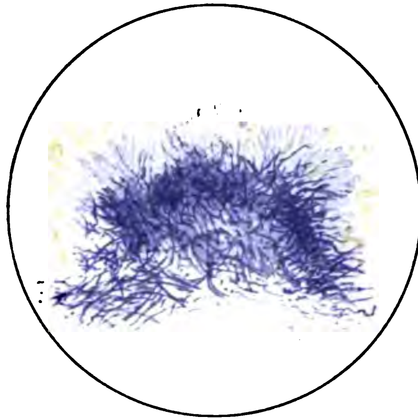


Abb. 38. Aktinomycesdrüse. Nach Lenhartz.

pilzfäden durchsetzten Gerstengrannen oder anderen Fremdkörpern in die Schleimhäute des Mundes, Rachens, des Verdauungskanales und in die Haut. Auch Infektionen vom Respirationskanal aus kommen vor (12—15 % der Fälle). Beim Rinde lokalisiert sich die Aktinomykose vorwiegend am Unterkiefer und an der Zunge. Die Länge der Inkubationszeit ist unbekannt, wahrscheinlich ist sie von monatelanger Dauer.

Wegen der je nach der Eintrittspforte verschiedenen Krankheitserscheinungen vgl. die Lehrbücher der inneren Medizin und Chirurgie. Mortalität etwa 20 %. Die Diagnose stützt sich hauptsächlich auf die mikroskopische Untersuchung des verdächtigen Materials. Kultur ist meist unnötig. Jodpräparate scheinen bisweilen eine spezifische therapeutische Wirkung zu entfalten.

Von einheimischen Tieren sind für Aktinomykose außer dem Rind auf natürlichem Wege empfänglich Pferd, Schwein, Schaf, Hirsch, Reh, Hund und Katze. Künstliche Infektionen gelingen nur ausnahmsweise.

c) Toxisch wirkende Bakterien.

1. **Bacillus diphtheriae** (Diphtheriebazillus).

Morphologie usw.: Schlanke, aber an den Enden meist verdickte, verschieden lange, oft leicht gekrümmte Stäbchen, unbeweglich und ohne Sporen. Färben sich nach den üblichen Methoden, auch nach Gram. Charakteristische Eigentüm-

lichkeiten treten erst bei der Anwendung besonderer Färbeverfahren (Löffler-färbung, Färbung nach Neißer-Gins) hervor (s. Untersuchungsmethoden). Bei der Färbung nach Löffler färben sich die Diphtheriebazillen ungleichmäßig, d. h. an den Enden stärker (vgl. Abb. 39), bei der Neißerschen Färbung treten an den Enden der Bazillen charakteristische Körnchen (Babes-Ernstsche Körperchen) auf, welche differentialdiagnostisch wichtig sind (Abb. 40).

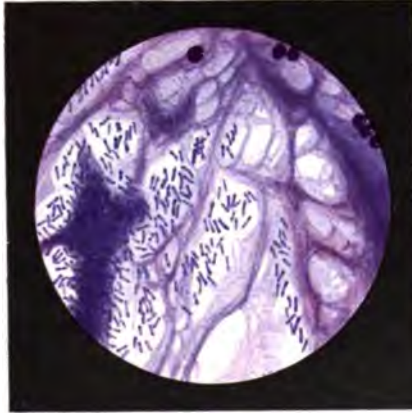


Abb. 39. Diphtheriebazillen (Schnitt durch Membran).

Auch die Lagerung der Diphtheriestäbchen im mikroskopischen Bilde (palisadenartig, ähnlich den gespreizten Fingern der Hand) ist, besonders bei Anwendung des Tuscheverfahrens, oft bezeichnend. Geübte Untersucher vermögen daher oft schon aus dem mikroskopischen Bild mit einiger Wahrscheinlichkeit die Diagnose zu stellen.

Die Diphtheriebazillen wachsen gut nur bei 33—37°, bei Sauerstoffzutritt und auf Glyzerinagar oder dem Löfflerschen Blutserum (s. Untersuchungsmethoden). Andere Spezialnährböden bieten keine wesentlichen Vorzüge vor dem letzteren. Die 24 Stunden alten Kolonien erscheinen auf dem Löfflerserum als weiße stecknadelkopfartige Auflagerungen, die sich von den kleineren Streptokokkenkolonien leicht unterscheiden lassen. In Bouillon entsteht meist ein feinkrümeliger Bodensatz.

Die von den Diphtheriebazillen produzierten Toxine gehen in die Nährbouillon über. Die Bazillenleiber selbst sind nur wenig giftig. Die Giftbildung ist wechselnd. Die gebildeten Toxine werden in Flüssig-

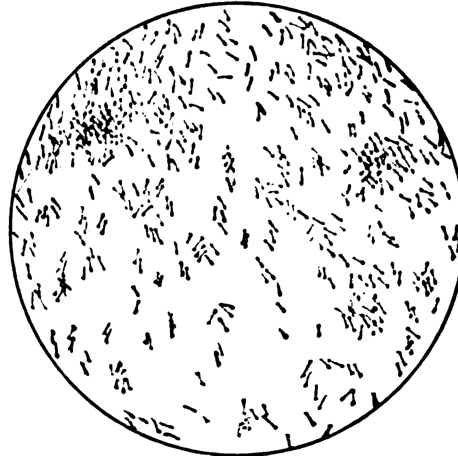


Abb. 40. Körnchenfärbung der Diphtheriebazillen. Nach Neißer-Gins. (Aus Gotschlich-Schürmann, Leitfaden der Mikroparasitologie und Serologie.)

keiten durch Erhitzen auf 60° bereits zerstört. Im übrigen ist die Widerstandsfähigkeit der Bazillen gegen äußere Einflüsse dann nicht unbedeutend, wenn sie durch umhüllenden Schleim, in Membranen usw. eingeschlossen sind. Sie können dann viele Wochen lebensfähig bleiben. Gegen chemische Desinfektionsmittel sind sie ziemlich empfindlich.

Der Diphtheriebazillus wurde 1884 von Löffler beschrieben und später allgemein als der Erreger der menschlichen Diphtherie anerkannt.

Die Inkubationszeit beträgt etwa 2—8 Tage.

Die Übertragung der Diphtherie erfolgt in erster Linie unmittelbar von Mensch zu Mensch durch Anhusten usw. seitens Kranker, Rekonvaleszenten und Bazillenträger (Tröpfcheninfektion), ferner mittelbar durch infizierte Gegenstände, wie Spielzeug, Wäsche, Milch u. dgl. Die Infektionspforte ist stets der Respirationsapparat.

Die Krankheitserscheinungen bestehen erstens in fieberhafter Entzündung des weichen Gaumens und der Tonsillen mit Ausscheidung membranöser Beläge, welche die Tendenz haben, sich auf Larynx und Nase auszubreiten, so daß eine Behinderung der Atmung entsteht. Daneben gehen die durch die Toxine bedingten Vergiftungserscheinungen (Nephritis, Herztod, Muskellähmungen) einher. Näheres in den Lehrbüchern der inneren Medizin.

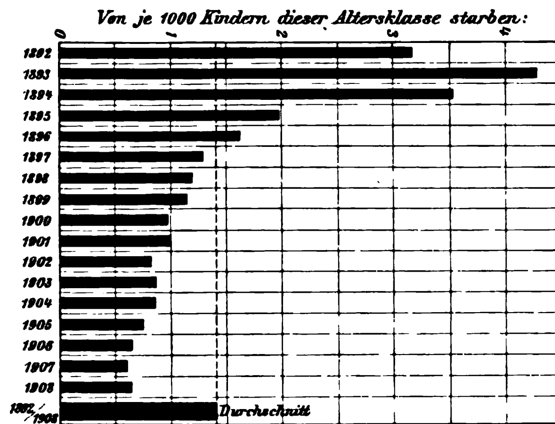


Abb. 41. Todesfälle an Diphtherie einschließlich Krupp unter Kindern von 1—15 Jahren in 10 Staaten des Deutschen Reiches 1892—1908. Nach einer Darstellung des Reichs-Gesundheitsamtes.

Die Diphtheriebazillen finden sich im allgemeinen nur an den von der Erkrankung ergriffenen Stellen der Luftwege (Tonsillen, Rachen, Nase), in inneren Organen nur ausnahmsweise. Mischinfektionen mit Streptokokken, Staphylokokken und Pneumokokken sind häufig.

Die Diagnose der Diphtherie ist sicher nur auf bakteriologischem Wege zu stellen, und zwar mikroskopisch, durch Kultur und durch den Tierversuch. Letzterer ist aber oft entbehrlich. Das zu untersuchende Material wird durch Abstreichen der erkrankten Stellen mittels steriler Wattetupfer (hierfür besondere, in den Apotheken vorrätige Entnahme- und Versandgefäße) gewonnen. Das empfänglichste Versuchstier ist das Meerschweinchen. Es geht nach subkutaner Injektion kleinster Mengen virulenter Diphtheriebazillenbouillonkultur in 2—4 Tagen an Vergiftung zugrunde. Beim Einbringen kleinster Toxinmengen in die Bauchhaut entstehen Schwellung und Nekrose.

Eine natürliche Infektion von Tieren mit menschlicher Diphtherie kommt nicht vor. Die Herstellung agglutinierender Diphtheriesera ist möglich, doch stößt die Anstellung des Ausflockungsversuches auf gewisse technische Schwierigkeiten.

Zu Verwechslungen mit echten Diphtheriebazillen können gelegentlich die sog. Pseudodiphtheriebazillen und die Xerosebazillen Ver-

anlassung geben, die, morphologisch ähnlich, sich aber gewöhnlich unschwer durch das Fehlen der Babes-Ernstschen Körperchen, das Aussehen der Kolonien auf der Serumplatte, den Mangel an Toxinen (Tierversuch) und schließlich auch durch die Agglutinationsprobe von den echten Diphtheriebazillen unterscheiden lassen.

Hinsichtlich der Verbreitung der Diphtherie in Deutschland früher und jetzt vgl. Abb. 41 u. S. 507. Das Jahr 1895 bedeutet einen Wendepunkt in der Sterblichkeitskurve zum besseren. Ein Zusammenhang dieser Tatsache mit der Einführung der Serumtherapie (1894) kann nicht in Abrede gestellt werden. Die Morbiditätsziffer der Krankheit hat sich nicht verringert, sie ist im Gegenteil vielerorts im Wachsen. Im übrigen schwankt die Mortalität je nach der Schwere der Epidemie und nach den mit der Infektion verbundenen Komplikationen, nicht zuletzt auch nach der angewandten Therapie. Von Kindern im Alter von 1—15 Jahren starben in Deutschland an Diphtherie 1892/93: 113 259, 1900/01 33 219 und 1912/13 20 448. Würde in allen verdächtigen Fällen mit der Serumtherapie möglichst frühzeitig eingesetzt, so würde ein weiteres Sinken der Sterbeziffern zu erwarten sein.

Die Serumtherapie. Durch Injektion abgetöteter oder schwach virulenter Diphtheriebazillenbouillonkulturen in steigender Menge lassen sich geeignete Tiere, z. B. Pferde gegen die künstliche Infektion mit vollwertigen lebenden Diphtheriebazillen aktiv immunisieren. Durch die Übertragung des Serums so immunisierter Tiere auf den Diphtheriegefährdeten (Schutzimpfung) läßt sich eine passive Immunität erzielen und bei dem Erkrankten die erfolgte Infektion bekämpfen (Begründung der Blutserumtherapie durch v. Behring 1890). Zur Schutzimpfung, welche nur kurze Zeit vorhält, genügt im allgemeinen die Injektion von 250—500 Immunitätseinheiten subkutan, zur Behandlung der bereits ausgebrochenen Krankheit sind weit höhere Dosen notwendig, namentlich wenn die Erkrankung schon einige Tage besteht. Weit wirksamer als die subkutane ist die intravenöse oder intramuskuläre Injektion. Bei frischen einfachen Diphtheriefällen werden gewöhnlich 1500—3000 I.-E. subkutan gegeben. Bei schweren Fällen muß man auf Mengen von 8000—9000 I.-E. und darüber intravenös steigen. Es empfiehlt sich zur Verhütung etwaiger anaphylaktischer Störungen, ein möglichst hochwertiges Serum zu verwenden, z. B. ein solches, das in einem ccm 1000 I.-E. enthält. Die Wertbestimmung des Diphtherieheilserums erfolgt nach der von Ehrlich angegebenen Methode. Das Normalserum enthält in 1 ccm eine Immunitätseinheit (I.-E). 1 ccm vermag gegen 100 einfache für das Meerschweinchen tödliche Dosen (D. l. = Dosis letalis) zu schützen. Die Sera werden vor Ausgabe im Institut für experimentelle Therapie in Frankfurt a. M. geprüft und gelangen nur in den Apotheken zur Abgabe. Nicht mehr vollwertige Sera werden eingezogen. Der von v. Behring zuletzt (1913) zur Schutzimpfung empfohlene Impfstoff besteht aus einem Toxin-Antitoxingemisch. Es handelt sich bei seiner Anwendung also um die Kombination von aktiver und passiver Immunisierung. Die Schutzwirkung tritt bei diesem Präparat aber erst in etwa 10 Tagen ein.

Die Bekämpfung der Diphtherie wird erschwert durch die in der Umgebung der Kranken sich zahlreich ausbildenden Bazillenträger und die Rekonvaleszenten. Nach der gesundheitspolizeilichen Terminologie bezeichnet man als „Dauerausscheider“ krank gewesene, welche die

Diphtheriekeime über das Rekonvaleszentenstadium hinaus bei sich tragen. Am Ende der ersten fieberfreien Woche haben noch etwa 50 % der Rekonvaleszenten Diphtheriebazillen bei sich, fünf Wochen nach Krankheitsbeginn nur noch etwa 5—10 %. Als „Bazillenträger“ bezeichnet man dagegen diejenigen Personen aus der Umgebung des Kranken, die, ohne erkennbar krank zu sein, Diphtheriebazillen in der Mundhöhle beherbergen (vgl. hierzu auch S. 101). Epidemiologisch sind beide Arten von Personen wahrscheinlich ziemlich gleich zu bewerten.

Außer der prophylaktischen Serumbehandlung müssen bei der Diphtheriebekämpfung Isolierung der Erkrankten und Desinfektionsmaßnahmen zur Hilfe herangezogen werden. Die Grundlage für die Bekämpfung dieser Seuche muß aber immer die bakteriologische Feststellung des Krankheitserregers bei den in Frage kommenden Personen bleiben. Nach dem Ergebnis dieser Untersuchung richten sich die zu ergreifenden Maßnahmen. Besonders wichtig ist die Fernhaltung noch keimtragender Rekonvaleszenten und gesunder Keimträger vom Schulunterricht. Erst wenn eine dreimalige, in Zwischenräumen von je drei Tagen vorgenommene Untersuchung des Nasen-Rachensekretes auf Diphtheriebazillen negativ ausfällt, darf der Schulbesuch wieder gestattet werden. Hierdurch dürfte auch den strengsten Anforderungen praktisch genügend Rechnung getragen sein. In besonders schweren Epidemiefällen wird man zur Schließung der Schule schreiten müssen (vgl. Schulhygiene).

In bezug auf die Desinfektion der Ausscheidungen muß auf das unter dem Abschnitt Desinfektion Gesagte verwiesen werden. Die fortlaufende Desinfektion ist dabei das Wichtigste. Ein sicheres Mittel zur Entkeimung der Bazillenträger ist bisher leider nicht bekannt. Verhältnismäßig am wirksamsten ist noch 10%iges Wasserstoffsuperoxyd.

Bei der Plaut-Vincentschen Angina ulcerosa, welche unter Umständen klinisch mit Diphtherie verwechselt werden kann, finden sich eigentümliche spindelförmige Bazillen, welche allein oder in Mischinfektion das Krankheitsbild hervorzurufen scheinen.

2. Bacillus tetani (Tetanusbazillus).

Morphologie usw.: Schlankes, 2—4 μ langes Stäbchen, von träger Beweglichkeit, peritrich begeißelt, bildet endständige Sporen (Trommelschlägelform, Abb. 42). Färbt sich mit den üblichen Farbstoffen, entfärbt sich meist nach Gram. Wächst, am besten bei 37°, nur bei Ausschluß von Sauerstoff auf den üblichen Nährböden, aber langsam. Gelatine wird ziemlich langsam verflüssigt. In Bouillon gleichmäßige Trübung. Sind gleichzeitig andere stark sauerstoffbedürftige Bakterien vorhanden, z. B. B. subtilis, so vermag der Tetanusbazillus symbiotisch mit diesen zu gedeihen auch ohne Sauerstoffabschluß. Der Tetanusbazillus bildet in Kulturen stinkendes Gas.

Der Tetanusbazillus produziert, wie der Diphtheriebazillus, ein lösliches, stark wirkendes Toxin.

Sporenhaltige Kulturen, bzw. die Sporen selbst, sind sehr widerstandsfähig gegen äußere Einflüsse, während die vegetativen Formen leicht zugrunde gehen. Verhältnismäßig am meisten schädigend wirkt direktes Sonnenlicht. Strömender Dampf tötet die Sporen in 5 Minuten.

Die Übertragung des Tetanus durch Erde wurde 1885 durch Nicolaier beschrieben, die Reinkultur des Tetanusbazillus gelang 1887 Kitasato.

Der Tetanusbazillus ist der Erreger des Wundstarrkrampfes beim Menschen und beim Tier (z. B. beim Pferd).

Trotzdem die Tetanussporen in den oberen Bodenschichten und im Straßenstaub, wohin sie durch den Kot der Pferde, Rinder, Hunde und Menschen gelangen, weit verbreitet sind, kommen für gewöhnlich Erkrankungen nur selten vor. Im Weltkriege haben die Tetanusinfektionen dagegen eine sehr erhebliche Bedeutung gewonnen. Gelegenheit zur Infektion bieten vorwiegend nichtblutende, mit Erde verunreinigte Stichwunden, Injektionen von Arzneimitteln (im besonderen von Gelatine) und das Wochenbett. Die Inkubation beträgt etwa 10 Tage, oft bedeutend mehr.

Krankheitserscheinungen: Die Krankheit beginnt mit tonischen Krämpfen der Kiefer- und Nackenmuskulatur, die sich auf die übrige Körpermuskulatur ausdehnen und schließlich, das Zwerchfell ergreifend, durch Erstickung zum Tode führen.

Der Tetanusbazillus wird hauptsächlich an der Infektionsstelle selbst gefunden, eine Verbreitung im Körper (Milz) findet seltener statt.

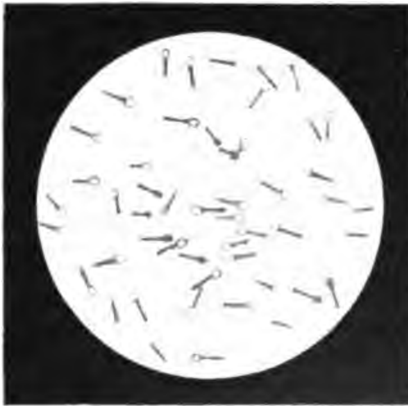


Abb. 42. Tetanusbazillen mit Sporen. Reinkultur.

Die Diagnose ist klinisch meist leicht, bakteriologisch oft schwer zu stellen. Die bakteriologische Diagnose erfolgt am besten durch den Tierversuch. Von der Körperstelle, von welcher die Injektion vermutlich ausgegangen ist, werden Teilchen (Wundeiter, Gewebsstückchen od. dgl.) oder es werden Teile des Fremdkörpers, welcher die Infektion veranlaßte, entnommen und Mäusen in eine Hauttasche eingeimpft. Bei geglückter Infektion gehen die Tiere unter charakteristischen tetanischen Erscheinungen ein.

Die Mortalität bei Tetanus kann auf 80—90 % der Erkrankungen veranschlagt werden.

Das in flüssigem Zustand ziemlich empfindliche Tetanusgift hat eine ausgesprochene Affinität zum Zentralnervensystem (Gehirnsubstanz), zu dem hin es auf den Nervenbahnen wandert. Hier wird es verankert. In vollständig reinem Zustande ist es bisher nicht dargestellt worden. Behandelt man geeignete Tiere (Pferde) subkutan mit steigenden Mengen abgeschwächten Tetanustoxins oder mit Tetanustoxin-Antitoxingemischen langsam vor, so bilden sich in ihrem Blutserum Tetanusantitoxine. Das Blutserum solcher Tiere, auf tetanusgefährdete Menschen übertragen, übt eine starke Schutzwirkung aus, dagegen ist seine therapeutische Wirkung bei bereits aufgetretenen Krankheitserscheinungen unzuverlässig. Eine möglichst frühzeitige prophylaktische Behandlung ist also immer geboten.

Die Tetanusschutzimpfung ist 1890 durch v. Behring eingeführt worden. Das Tetanusserum kommt für die subkutane Injektion in flüssiger und trockener Form durch die Apotheken in den Handel. Als vorbeugende Dosis gelten 20 Tetanusantitoxineinheiten. Die Kontrolle des Tetanusserums wird von dem Institut für experimentelle Therapie in Frankfurt a. M. ausgeübt.

Empfängliche Laboratoriumstiere sind Maus, Meerschweinchen, Kaninchen.

Wegen des ebenfalls anaeroben im Boden verbreiteten Bacillus oedematis maligni vgl. das Kapitel: Gasbrand.

Gewisse Ähnlichkeiten mit diesem Organismus zeigt auch der Erreger des bei Rindern vorkommenden Rauschbrandes, der Bacillus Chauvoei.

3. Bacillus botulinus.

Morphologie usw.: Stäbchen von 4—6 μ Länge und etwa 1 μ Breite mit abgerundeten Enden. Wenig beweglich, peritrich begeißelt, bildet endständige ovale Sporen. Färbt sich auch nach Gram. Wächst am besten zwischen 18 und 25°, anaerob. Auf Traubenzuckergelatine runde, durchsichtige, grobgranulierte, die Gelatine verflüssigende Kolonien. Starke Gasbildung. Ranziger Geruch der Kulturen durch Buttersäurebildung.

Namentlich in flüssigen Nährböden wird bei geeigneter Temperatur ein starkes Toxin gebildet, welches durch Erhitzen leicht zerstörbar ist.

Auch der Mikroorganismus selbst, einschließlich der Sporen, ist nicht sehr widerstandsfähig gegen äußere Einflüsse.

Gefunden 1895 von van Ermengem in einem Schinken, dessen Genuß zahlreiche eigenartige Erkrankungen veranlaßt hatte.

Wird als Erreger des Botulismus angesehen, d. h. einer verhältnismäßig seltenen Vergiftung durch bestimmte mit diesem Mikroorganismus behaftete Nahrungsmittel, im besonderen von Konserven, die indessen gewöhnlich keine deutlichen Zersetzungserscheinungen zeigen.

Die Botulismusfälle sind streng von den sog. Fleischvergiftungen (durch B. paratyphus, bzw. B. enteritidis Gärtner) oder sonstigen Erkrankungen durch Genuß verdorbener Nahrungsmittel (durch Fäulnisbakterien) zu unterscheiden. Die Inkubationszeit beträgt 12—36 Stunden.

Die Krankheitserscheinungen bestehen hauptsächlich in Lähmungen (Augenmuskulatur, Schlundmuskulatur, Zwerchfell), die unter dem Bilde einer Bulbärparalyse zum Tode führen.

Der Bacillus botulinus vermehrt sich nicht im Organismus des befallenen Warmblüters, die Vergiftung kommt lediglich zustande durch die in den Nahrungsmitteln gebildeten Toxine. Das Toxin wirkt sowohl vom Magendarmkanal aus als bei subkutaner Injektion. Es greift speziell das Zentralnervensystem an.

Diagnose: Differentialdiagnostisch kommen in Frage Alkaloid- und Methylalkoholvergiftungen. Kultur- und Tierversuch sind daher zur Feststellung unerläßlich. Die Mortalität beträgt bis 50%.

Von Tieren sind besonders empfänglich Affen, Katzen, Kaninchen, Meerschweinchen, Mäuse. Es genügen zur Intoxikation äußerst geringe Mengen der Kultur.

Die Prophylaxe besteht im Abkochen verdächtiger Nahrungsmittel, z. B. von Konserven mit ranzigem Geruch. Zur Behandlung der Erkrankten wird zweckmäßig ein im Berliner Institut für Infektionskrankheiten „Robert Koch" hergestelltes, polyvalentes antitoxisches Serum verwendet.

C. Infektionskrankheiten, über deren Erreger noch Zweifel bestehen.

Die Ätiologie einer Reihe von Krankheiten zweifellos infektiöser Art ist noch dunkel, sei es, daß die zu ihnen gehörigen spezifischen Infektionserreger ihrer geringen Größe wegen sich einstweilen noch unserer Beobachtung entziehen, sei es weil es sich bei ihnen um Infektionserreger bisher unbekannter Natur handelt. Der erstere Fall dürfte dort vorliegen, wo Flüssigkeiten, die nach Lage der Dinge den angenommenen Erreger enthalten müßten, auch nach dem Passieren sonst als bakteriendicht geltender Ton- oder Kieselgurfilter noch infektiös wirken, erkennbar bei der Überimpfung dieses Filtrates auf empfängliche Tiere. Man bezeichnet diese Infektionserreger meist als ultravisible oder als filtrierbare (mit einem schlechten Namen auch als filtrierbares „Virus"). Das Vorliegen filtrierbarer Infektionserreger hat z. B. Löffler bei seinen Untersuchungen über die Maul- und Klauenseuche festgestellt, ähnliche Befunde sind erhoben worden bei dem Studium des Gelbfiebers, der Lyssa, der Variola und der Poliomyelitis. In den Fällen, in denen es nicht möglich ist, das Filtrat auf seine Infektiosität bei Tieren zu prüfen, weil es an empfänglichen Tieren fehlt (akute Exantheme usw.), wird die Frage nach der Natur des Krankheitserregers in noch höherem Maße offen bleiben müssen.

Im folgenden sollen nur die wichtigeren Infektionskrankheiten unbekannter Ätiologie besprochen werden.

1. Typhus exanthematicus (Fleckfieber).

Der Erreger des Fleckfiebers (Kriegstyphus, Hungertyphus) ist noch nicht sicher bekannt. Festgestellt ist nur, daß er lediglich durch den Stich von Kleiderläusen übertragen wird, die Blut fleckfieberkranker Menschen in sich aufgenommen haben. Da die Kleiderlaus nicht sofort nach der Blutaufnahme, sondern erst in einigen Tagen imstande ist, den Krankheitserreger auf den Menschen zu übertragen, so muß angenommen werden, daß der Erreger erst eine Art Reifung im Körper der Laus durchmachen muß, um infektionstüchtig zu werden.

Von Rocha-Lima wurden kleine biskuit- und hantelförmige Körperchen, die schon von anderen Autoren (Ricketts, v. Prowazek u. a.) in dem Darm infizierter Läuse beobachtet worden waren, genauer studiert. Diese Organismen („Rickettsia Prowazeki" getauft) stellen, wie auch von anderer Seite bestätigt worden ist, die Erreger des Fleckfiebers in der Laus dar. Die wichtige Tatsache, daß die Kleiderlaus, und zwar lediglich diese, die Überträgerin des Fleckfiebers ist, geht auf die Untersuchungen von Nicolle (1910) und seiner Mitarbeiter zurück. Infizierte Läuse können die Krankheitskeime auf ihre Nachkommenschaft übertragen.

Die Inkubationszeit beträgt meist 12 Tage. Eine andere Art der Übertragung als die vorstehend geschilderte erscheint nach den bisher vorliegenden Erfahrungen als ausgeschlossen. Die Kleiderlaus hält sich in den Kleidern des Befallenen, namentlich in den Nähten der Kleider auf und geht auf die Haut des Menschen nur um Blut zu saugen. Nach dem Entkleiden werden sie also gewöhnlich am Körper des Menschen nicht gefunden. Entlauste Fleckfieberkranke vermögen — bei Fernhaltung neuer Läuse — die Infektion nicht weiter zu verbreiten. Die Laus infiziert sich bei dem Kranken während der Inkubationszeit noch nicht,

erst von der Zeit des Fiebers an, andererseits vermag die Laus, die infektiöses Fleckfieberblut aufgenommen hat, die Krankheit erst nach 4—6 Tagen weiter zu übertragen. Vgl. im übrigen S. 122.

Die Krankheitserscheinungen beim Fleckfieber sind schwer. Plötzlicher Schüttelfrost, meist ohne erhebliche Vorboten, leitet die Erkrankung ein, gefolgt von schnell ansteigendem Fieber, das sich etwa anderthalb Wochen auf der nämlichen Höhe hält, um dann rasch abzufallen. Die starke Mitbeteiligung des zentralen Nervensystems kann zu Verwechslungen mit Typhus abdominalis, die des Respirationssystems zur Annahme einer Influenzaerkrankung führen. Das charakteristische Exanthem tritt aber beim Fleckfieber gewöhnlich früher auf (am 3.—4. Krankheitstage) als beim Abdominaltyphus und viel reichlicher als bei diesem. Bevorzugt sind innere Handflächen, Fußsohlen, Brust, Rumpf, Extremitäten; die Farbe spielt ins Bläuliche. Die erhebliche Schädigung der Herzkraft und des Großhirns durch das Krankheitsgift ist eine der Hauptursachen der hohen Mortalität erwachsener, namentlich älterer Personen. Bis zu einem Alter von 35 Jahren beträgt die Mortalität etwa 15 %, über 50 Jahre über 50 % und steigt weiter mit dem Alter. Im übrigen scheint die Mortalität nicht unerheblich von der Rasse abhängig zu sein. Die deutsche Bevölkerung erlag während des Krieges der Krankheit leicht.

Die Krankheitserreger sind nach alledem im Blut des Erkrankten zu suchen, vielleicht im besonderen in den weißen Blutkörperchen.

Bei der ungemeinen Gefährlichkeit des Fleckfiebers, das übrigens besonders unter den Ärzten und dem Pflegepersonal viele Opfer fordert, erscheint eine möglichst schnelle Diagnose der Fälle besonders wichtig. Sie ist namentlich bei atypischen und leichteren Fällen (z. B. bei Kindern) klinisch nicht leicht zu stellen. Verwechslungen mit Influenza und Abdominaltyphus liegen, wie gesagt, nahe. Ein Hilfsmittel für die Diagnose bedeutet die neuerdings von Weil und Felix beobachtete auffallende Tatsache, daß das Blutserum Fleckfieberkranker gewisse Proteusstämme (X 2 und X 19) agglutiniert. Der Titer der Agglutination steigt während der Krankheit an und fällt in der Rekonvaleszenz. Diese Weil-Felixsche Reaktion tritt allerdings erst etwa vom 10. Tage an auf und kann daher die klinische frühzeitige Diagnose nicht ersetzen, sie soll aber in verdächtigen Fällen stets herangezogen werden, wenn auch nur ihr positiver Ausfall beweisend ist. Hohe Agglutinationswerte (über 1 : 200) dürften stets für einen vorhandenen oder überstandenen Flecktyphus beweisend sein. Da der Bacillus proteus als Erreger des Fleckfiebers nicht angesprochen werden kann, handelt es sich bei der Weil-Felixschen Reaktion um eine in ihren Ursachen noch nicht aufgeklärte, nicht spezifische Agglutination. Wichtiger fast noch als die schnelle Stellung der Diagnose ist bei Fleckfieberverdächtigen die schleunige Unterbringung in einem Krankenhause, ihre Entlausung und damit der Schutz ihrer Umgebung gegen Infektion. Das Überstehen des Fleckfiebers verleiht Immunität gegen eine neue Infektion. Zu Krankenpflegern sind daher nach Möglichkeit Personen heranzuziehen, welche die Krankheit bereits durchgemacht haben. Die mit der Schutzimpfung gemachten Versuche haben ihre Probe noch nicht bestanden, auch eine Serumtherapie oder eine chemotherapeutische Beeinflussung des Krankheitsprozesses kommt einstweilen nicht in Frage. Die Bekämpfung des Fleckfiebers hängt daher bis jetzt einzig und allein von der Vernichtung der Kleiderläuse ab. Die schleunige, gründliche Entlausung aller Kranken, Krankheitsverdächtigen und Gefährdeten ist daher mit allen Mitteln anzustreben. Sie hat auch die besten Erfolge aufzuweisen. Die Läuse sind gegen thermische und chemische Einflüsse empfindlich. Abgesehen vom

strömenden Dampf, der in kurzer Zeit Läuse und Eier (Nisse) vernichtet, kann auch trockene Hitze von etwa 70° angewendet werden. Sie muß indessen längere Zeit einwirken. Von chemischen Mitteln ist die schweflige Säure (erzeugt durch Verbrennung von Schwefel oder Schwefelkohlenstoffmischungen; schweflige Säure aus Bomben) besonders wirksam. Unwirksam ist die Formaldehyddesinfektion. Die Nisse sind erheblich widerstandsfähiger als die Läuse selbst. Vgl. im übrigen das Kapitel Desinfektion.

Von Tieren sind für die experimentelle Übertragung des Fleckfiebers durch Blut erkrankter Personen empfänglich Affen und (bis zu einem gewissen Grade) auch Meerschweinchen.

Eine neue amtliche Anweisung zur Bekämpfung des Fleckfiebers ist im Erscheinen.

2. Gelbfieber.

Diese Krankheit ist in Zentralamerika und in Südamerika, besonders in Brasilien heimisch, ist aber auch schon nach Westafrika und nach Südeuropa verschleppt worden. Der unbekannte Erreger[1]) wird durch den Stich gewisser Stechmücken (Stegomyia calopus s. fasciata, Abb. 43) übertragen, die sich an Gelbfieberkranken infiziert haben. Die Inkubationszeit beträgt 3—5 Tage. Die Krankheit verläuft unter schwerem Fieber, Ikterus, Nephritis, Blutungen in den Verdauungskanal und ist in etwa 50 % der Fälle tödlich. Die Prophylaxe, welche bei dieser Krankheit ausgezeichnete Erfolge erzielt hat (Rio de Janeiro!), besteht in der Vernichtung der Stechmücken und ihrer Brut sowie in der mückensicheren Absonderung der Kranken und Krankheitsverdächtigen.

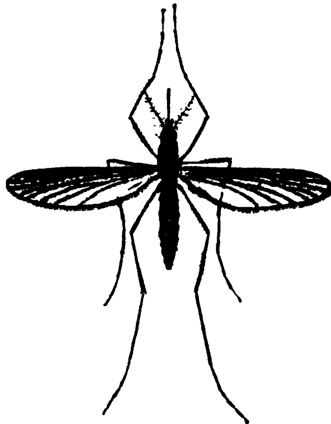


Abb. 43. Stegomyia calopus ♀.

Als Überträgerin kommt auch hier, wie bei der Malaria, nur die weibliche Mücke in Betracht. Nur an Orten, an welchen die Nachttemperaturen im Mittel ein gewisses Minimum (22°) nicht unterschreiten, kann sich die Stegomyia halten.

Das einmalige Überstehen des Gelbfiebers verleiht gegen eine neue Infektion Immunität.

Das ebenfalls durch einen unbekannten Erreger erzeugte Papatacifieber ist bereits auf S. 41 erwähnt worden.

3. Lyssa (Tollwut, Rabies).

Der Erreger dieser in erster Linie bei Tieren vorkommenden, von diesen aber auf den Menschen übertragbaren Infektionskrankheit ist bisher mit Sicherheit nicht bekannt. Noguchi will (1913) zwar den Erreger in Kultur gewonnen haben, doch bedürfen seine Angaben noch der Bestätigung. Es handelt sich bei dem Lyssaerreger um einen filtrierbaren Mikroorganismus, der gegen Erwärmung und Austrocknung, weniger gegen chemische Einflüsse empfindlich ist.

[1]) Neuerdings angeblich von Noguchi gefunden.

Die Inkubationszeit, d. h. die Zeit, die zwischen der dem Menschen durch ein tollwütiges Tier (meist einen Hund) beigebrachten Bißverletzung und dem Ausbruch der Erkrankung vergeht, beträgt 20—60 Tage, bisweilen auch noch mehr. Die Inkubationszeit pflegt um so kürzer zu sein, je näher die Bißwunde dem Zentralnervensystem gelegen ist.

Die Krankheitserscheinungen setzen nach einem kurzen Prodromalstadium mit charakteristischen Schlingbeschwerden (daher der Name: „Wasserscheu"), hochgradig gesteigerter Reflexerregbarkeit, tonischen und klonischen Krämpfen, Schreien und Toben ein. Neben dieser „rasenden" Wut kommt, wenn auch weit seltener, die „stille" Form der Wut vor, welche mehr durch Depressionszustände gekennzeichnet ist. An das erste Stadium schließt sich das Stadium der Lähmung an. In diesem erfolgt zumeist der Tod.

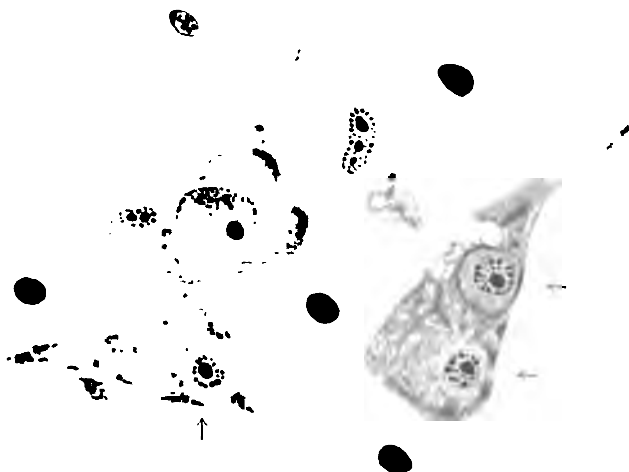


Abb. 44. Negrische Körperchen. Nach Jochmann. Färbung nach Stutzer. (Die Pfeile deuten auf die Körperchen hin.)

Der unbekannte Erreger muß nach allen Erfahrungen im Speichel des wutkranken Tieres und im Zentralnervensystem gesucht werden. Subdurale Übertragung des Rückenmarkes kranker Tiere und Menschen auf empfängliche Tiere (Kaninchen) führt innerhalb von drei Wochen zur Erkrankung an Wut.

Die Diagnose der Wutkrankheit bei Tieren wird erleichtert durch den Nachweis der von Negri (1903) im Zentralnervensystem, besonders im Ammonshorn gefundenen eigentümlichen Gebilde, die nach ihm den Namen „Negrische Körperchen" (Abb. 44) erhalten haben und als ein spezifisches Zeichen für die Infektion mit Lyssa gelten. Die verschieden großen rundlichen Gebilde liegen innerhalb der Zellen und sind durch bestimmte Färbeverfahren (Mann, Lentz, Stutzer) sichtbar zu machen. Als Erreger der Lyssa sind die Negrischen Körperchen aber nicht zu betrachten. Zur weiteren Feststellung muß die Überimpfung verdächtigen

Materiales (Rückenmark getöteter Hunde) auf Kaninchen herangezogen werden. Im übrigen ist die Diagnose klinisch zu stellen.

Die Verbreitung der Lyssa in Deutschland ist dank den bestehenden veterinärpolizeilichen Maßnahmen (Viehseuchengesetz vom 26. 6. 1909 nebst Ausführungsbestimmungen vom 7. 12. 1911) erheblich zurückgegangen. Es werden nur noch vereinzelte Fälle beobachtet und die Zahl der von tollwütigen Tieren Gebissenen beträgt jährlich höchstens einige Hundert. Über die Mortalität lassen sich bestimmte Angaben nicht machen, da die meisten der Gebissenen der Schutzimpfung zugeführt werden. Bei Unbehandelten wird sie auf etwa 50% veranschlagt.

Pasteur hat uns (1884) gelehrt, mit Lyssa infizierte Menschen gegen die Krankheit zu immunisieren. Er unterschied zwischen dem Infektionsstoff, der durch eine Bißverletzung beigebracht worden ist und dem Infektionsstoff, der durch künstliche Übertragung von einem Kaninchen auf das andere fortgezüchtet wird und nannte ersteren „Straßenvirus" (rage de rue) und letzteren „Virus fixe". Bei letzterem ist nämlich nach einiger Zeit die Inkubationszeit konstant geworden, während bei der erstmaligen Infektion eines Kaninchens mit Rückenmark oder Gehirn eines tollwütigen Hundes die Inkubationszeit 2—3 Wochen beträgt, um erst bei weiteren Kaninchenpassagen auf den konstanten Wert von 7 Tagen zu sinken. Das Virus fixe dient zur Herstellung des Impfstoffes nach Pasteur. Das steril herauspräparierte Rückenmark des Kaninchens wird in Glasgefäßen über Ätzkali aufgehängt und erleidet hier gleichzeitig mit der Austrocknung eine zunehmende Virulenzabschwächung. Man beginnt die Behandlung mit der subkutanen Injektion eines 1 cm langen Stückes des abgeschwächten Markes, das in steriler physiologischer Kochsalzlösung verrieben worden ist und benutzt zu den folgenden Impfungen Mark von steigender Virulenz. Die Dauer der Behandlung pflegt drei Wochen zu betragen. Wegen der Einzelheiten muß auf die Spezialwerke verwiesen werden. Bei allen irgendwie verdächtigen Fällen ist so schnell wie möglich mit der Schutzimpfung, die in Preußen im Berliner Institut für Infektionskrankheiten und im Breslauer Institut ausgeführt wird, zu beginnen, denn die Schutzimpfung muß einen Vorsprung vor der langsam wirkenden Infektion gewinnen. Die Erfolge der Behandlung sind unzweifelhaft, wenn auch nicht absolut sicher.

Von der experimentellen Infektion bei Kaninchen, Ratten usw. abgesehen sind sehr viele Tiere für die natürliche Infektion mit Wut empfänglich. Außer dem Hund, dem bei uns hauptsächlichsten Verbreiter der Krankheit, sind zu nennen: Wölfe, Katzen, Füchse, Pferde, Esel und Rinder.

4. Masern.

Der Erreger ist unbekannt, aber zweifellos während der Krankheit im Blute des Kranken und in den Sekreten der erkrankten Organe enthalten. Die Inkubationszeit beträgt 10—11 Tage, die Übertragung erfolgt wohl hauptsächlich durch Kontakt. Die Krankheitserscheinungen sind bekannt. Das Exanthem verbreitet sich vom Gesicht aus über den ganzen Körper. Die Diagnose ist klinisch leicht zu stellen. Die Mortalität wird zu etwa 6% angegeben. Einmaliges Überstehen der Krankheit erzeugt Immunität.

Auch die Erreger der Röteln sind unbekannt. Da einmaliges Überstehen dieser Krankheit wohl gegen eine abermalige Infektion mit Röteln, nicht aber gegen Masern schützt und umgekehrt, muß es sich auch hier um einen spezifischen Krankheitserreger handeln.

5. Scharlach.

Der Erreger dieser gefürchteten Infektionskrankheit ist noch nicht sicher festgestellt. Vielleicht handelt es sich um Protozoen aus der Chlamydozoengruppe. Praktisch bedeutungsvoll ist das häufige Vorkommen von Mischinfektionen beim Scharlach unter Beteiligung von Streptokokken. Letztere sind indessen als eigentliche Erreger des Scharlachs nicht anzusprechen.

Die Inkubationszeit beim Scharlach beträgt etwa 1—8 Tage. Als Eintrittspforten für die Krankheitserreger gelten die Tonsillen. Von den Krankheitserscheinungen sei nur das charakteristische Exanthem erwähnt, das nach 1—4 Tagen zuerst an Brust und Hals erscheint, um sich alsdann weiter auszubreiten.

Die mutmaßlichen Infektionserreger sind im Rachensekret, in den Hautabsonderungen und wahrscheinlich auch im Harn enthalten. Auch im Abschuppungsstadium und in der Rekonvaleszenz ist der Scharlachkranke noch ansteckungsfähig. Die Diagnose wird klinisch gestellt. Die Empfänglichkeit für Scharlach ist geringer als die für Masern. Die Krankheit befällt vorwiegend Kinder und jüngere Personen bis etwa zum 25. Lebensjahre.

Die Mortalität schwankt je nach der Art, Schwere der Infektion und den Komplikationen, erreicht jedenfalls häufig 20% und mehr. Überstehen einer Scharlachinfektion erzeugt für gewöhnlich dauernde Immunität.

Eine etwaige serotherapeutische Behandlung kann sich nur gegen die Mischinfektion mit Streptokokken richten (vgl. diese).

Experimentell ist Scharlach durch Einverleibung des Rachensekretes Scharlachkranker auf Affen übertragbar.

6. Poliomyelitis acuta (Spinale Kinderlähmung).

Morphologie usw.: Die noch nicht von allen Autoren als Erreger anerkannten Mikroorganismen sind sehr kleine, durch Tonfilter hindurchgehende kokkenähnliche Gebilde von 0,15—0,3 μ Durchmesser, die nach Giemsa färbbar sind. Die Kultur soll auf Ascitesnährböden bei Sauerstoffabschluß gelungen und die Übertragung der Krankheit von der Kultur auf Affen geglückt sein.

Der Erreger der Poliomyelitis acuta, der Heine-Medinschen Krankheit, wurde 1913 von Flexner und Noguchi angeblich gefunden. Die Inkubationszeit beträgt wahrscheinlich 8 Tage. Der Weg, den die Infektionserreger auf ihrer Wanderung zum Zentralnervensystem einschlagen, geht wahrscheinlich vom Respirationssystem aus über die Lymphbahnen. Vielleicht ist außer der unmittelbaren Übertragung von Mensch zu Mensch auch eine mittelbare durch Bazillenträger und Stechfliegen möglich.

Die Krankheit beginnt wie eine fieberhafte Magendarmaffektion und mit Schmerzen im Nacken, Rücken und in den Beinen. Im Anschluß hieran bilden sich Lähmungen der Hals-, Rücken- und Bauchmuskeln, hauptsächlich aber Lähmungen der unteren Extremitäten aus. Atypische Fälle sind nicht selten.

Pathologisch-anatomisch handelt es sich bei dieser Erkrankung um eine entzündliche degenerative Veränderung der grauen Substanz des Rückenmarks (Ganglienzellen der Vorderhörner) und auch des Gehirns. Hier sind auch die Erreger zu suchen.

Die Diagnose wird klinisch gestellt.

Die Krankheit kommt sowohl sporadisch als auch epidemisch vor, zumeist in den Sommermonaten. Bekannt ist u. a. die Epidemie im Rheinland und in Westfalen im Jahre 1909. Befallen werden hauptsächlich Kinder im Alter von wenigen Jahren. Die Mortalität kann auf durchschnittlich 10—15% veranschlagt werden.

Einmaliges Überstehen der Krankheit hinterläßt wahrscheinlich Immunität.

Von Tieren sind Affen und Kaninchen empfänglich.

7. Trachom (Körnerkrankheit, Granulose).

Diese, Ende des 18. Jahrhunderts aus Ägypten nach Europa, jetzt hauptsächlich von Osten her in Deutschland eingeschleppte „ägyptische" Augenkrankheit

befällt die Konjunktiva des oberen Lides, an welcher sich durch Schwellung der Lymphfollikel körnige Wucherungen bilden, die nach Einschmelzung vernarben und so zu Schrumpfungen der Augenbindehaut führen. Die Entzündung greift auch vielfach auf die Hornhaut über und kann hierdurch zur Erblindung führen.

Die Ätiologie dieser Erkrankung ist unsicher. Ob die von Halberstädter und v. Prowazek 1907 gefundenen sog. Trachomkörperchen die Erreger dieser Krankheit vorstellen, ist noch zweifelhaft.

Die Diagnose wird klinisch gestellt. Die Übertragung erfolgt unmittelbar von Mensch zu Mensch, vielfach durch Vermittlung gemeinsamer Gebrauchsgegenstände, wie Handtücher u. dgl.

Für die Bekämpfung ist frühzeitige Diagnose und die Durchführung bestimmter sanitätspolizeilicher Maßnahmen wichtig.

8. **Variola** (Blattern, Pocken).

Der Erreger der Blatternkrankheit ist mit Sicherheit noch nicht bekannt. Fest steht aber, daß der Erreger zur Gruppe der ultramikroskopischen Mikroorganismen gehört. Ob die bei der Verimpfung von Pockenpustelinhalt auf die Hornhaut von Kaninchen auftretenden intrazellulär gelagerten sog. Guarnierischen Körperchen als Erreger anzusprechen sind, ist sehr zweifelhaft. Wahrscheinlich sind es Reaktionsprodukte. Sie sind indessen spezifisch für die Variola. Das gleiche gilt für die von v. Prowazek beschriebenen Körperchen.

Die Inkubationszeit beträgt bei den Pocken 9—12 Tage. Die Übertragung der Krankheit erfolgt ungemein leicht durch unmittelbaren Kontakt mit dem Kranken oder durch Vermittlung von Gebrauchsgegenständen usw., vielleicht auch durch die Luft.

Die Krankheitserscheinungen bestehen in mit Schüttelfrost einsetzendem Fieber und sonstigen schweren Allgemeinerscheinungen. 3—5 Tage später erscheint, meist zuerst im Gesicht, das Exanthem in Form stecknadelkopfgroßer roter Papeln, die in wenigen Tagen bis zu Erbsengröße anwachsen. Ihr seröser Inhalt vereitert dann und trocknet später ein. Mit dem Eintritt des Exanthems sinkt das Fieber zwar zunächst, steigt dann aber während der Vereiterung der Pusteln von neuem an. Es endigt schließlich lytisch. Die Abstoßung der Borken erfolgt gewöhnlich am 15. oder 16. Tage unter Hinterlassung der charakteristischen Narben. Wegen der Varietäten des Verlaufs der Pocken vgl. die Lehrbücher der inneren Medizin. Leichten Formen, die man unter dem Namen der Variolois zusammenfaßt, stehen die besonders schweren Formen gegenüber, die als hämorrhagische Blattern bezeichnet werden, mit einer sehr hohen Sterblichkeitsziffer.

Das Pockenvirus, das sich hauptsächlich im Pockenpustelinhalt, vielleicht auch in den Se- und Exkreten des Kranken findet, ist gegen Eintrocknung ziemlich resistent, gegen Licht dagegen verhältnismäßig empfindlich.

Die Diagnose der Pocken ist klinisch zu stellen[1]). Die Verbreitung der Pocken, deren Heimat Indien und China zu sein scheint, begann in Deutschland mit dem 15. Jahrhundert. Schwere Epidemien herrschten im 18. Jahrhundert.

Die Mortalität schwankt nach der Schwere der Fälle zwischen 15 und 30%, erreicht aber bei den hämorrhagischen Pocken viel höhere Werte. Bei gegen Pocken Geimpften kann sie auf 5—7% veranschlagt werden. Einmaliges Überstehen der Krankheit erzeugt Immunität, ferner wird Immunität für eine gewisse Zeit erzielt durch Verimpfung der den menschlichen Pocken ähnlichen Kuhpocken.

[1]) Zur Sicherstellung (gegenüber den Windpocken) und zur Beschleunigung des Pockennachweises kann auch ein von Paul (Wien) angegebenes Verfahren (Hornhautimpfung beim Kaninchen) herangezogen werden.

Schon frühzeitig hatte man versucht, durch Verimpfung des Pockengiftes leichterer Fälle auf andere Menschen künstliche Immunität zu erzeugen. Diese, Variolation genannte unzulängliche und gefährliche, aber durch das Beispiel der Lady Montague im Jahre 1721 in England trotzdem zeitweise in Aufnahme gekommene Methode wurde verdrängt durch die von dem englischen Arzt Jenner im Jahre 1796 zuerst ausgeführte Schutzimpfung mit Kuhpockenlymphe, die man „Vakzination“ (von vacca, die Kuh abgeleitet) genannt hat. Für das Pockenvirus sind nämlich außer dem Menschen auch eine Reihe von Tieren, darunter Rind und Schaf empfänglich. Die Kuhpocken sind als eine durch den minder empfänglichen Tierkörper auf natürlichem Wege abgeschwächte Variola zu betrachten. Die natürliche Infektion der Kühe erfolgt durch den Melkakt.

Die Impfung mit diesem abgeschwächten Virus ruft eine Allgemeinerkrankung nicht hervor, schützt aber trotzdem gegen die Infektion mit dem vollvirulenten Variolagift mit wenigen Ausnahmen. Die Jennersche Schutzpockenimpfung ist eine der hervorragendsten Entdeckungen auf hygienischem Gebiet und gleichsam das Muster für alle später eingeführten Schutzimpfungsmethoden.

Die Schutzpockenimpfung wurde zwangsweise in Deutschland erst im Jahre 1874 durch Reichsgesetz vom 8. April eingeführt. Näheres s. unter Gesetzgebung. In einzelnen Staaten Deutschlands schon früher üblich, wurde sie in der preußischen Armee schon seit 1834 vorgeschrieben. Der Impfschutz hält mehrere Jahre an.

Nach erfolgreicher Einimpfung der Kuhpockenlymphe erscheint am 3. oder 4. Tage an der Impfstelle eine rote Impfpapel. Dieselbe entwickelt sich in einigen weiteren Tagen zu einem mit Lymphe gefüllten, mehrere Millimeter im Durchmesser haltenden Bläschen, dessen Inhalt vom 10. Tage an eitrig wird, worauf vom 15. Tage an die Rückbildung und Eintrocknung erfolgt. Vgl. Abb. auf S. 132. Nach Abfall des Schorfes verbleibt eine Narbe. Neben diesen lokalen Erscheinungen gehen Allgemeinerscheinungen, wie leichtes Fieber und Abgeschlagenheit einher, doch verschwinden diese Beschwerden meist sehr bald. Impft man mit dem Inhalt einer menschlichen Impfpustel weiter, so benutzt man „humanisierte“ Kuhlymphe. Die Verwendung solcher Lymphe würde aber die Übertragung von Krankheiten (z. B. der Syphilis) nicht ausschließen. Sie ist deshalb verboten.

Zur Gewinnung der tierischen Lymphe wird Lymphe, welche aus menschlichen Pockenpusteln entnommen ist, auf das Rind übertragen (bisweilen mit Einschaltung einer Passage über das Kaninchen) und von Rind zu Rind einige Generationen weitergeführt. Die Impfungen erfolgen auf die rasierte und gereinigte Haut des Bauches und der Innenflächen der Oberschenkel von Kälbern oder jungen Rindern, welche zweckmäßig vorher der Tuberkulinprobe unterworfen werden.

Nachdem die Impfung einige Male von Tier zu Tier übertragen ist, kann diese „animale“ Lymphe als Impfstoff für den Menschen dienen. Von Zeit zu Zeit empfiehlt es sich aber, zur Impfung der Kälber wieder Lymphe aus menschlichen Impfpusteln zu entnehmen (humanisierte Kuhpockenlymphe), weil sich sonst die Wirkung leicht abschwächt. Als Zwischenwirt für die Vakzine zur Auffrischung des Impfstoffs kann auch das Kaninchen dienen. Der dann vom Rind wiedergewonnene Impfstoff heißt Retrovakzine. Die Lymphe wird mit Glyzerin gemischt aufbewahrt („Glyzerinlymphe“) und behält in dieser Form ihre Wirksamkeit am kühlen und dunklen Ort drei Monate und länger. Die akzessorischen Keime pflegen bei der Aufbewahrung in der Glyzerinmischung zugrunde zu gehen. Neuerdings wird auch die Entkeimung der Lymphe durch Schütteln mit Äther empfohlen.

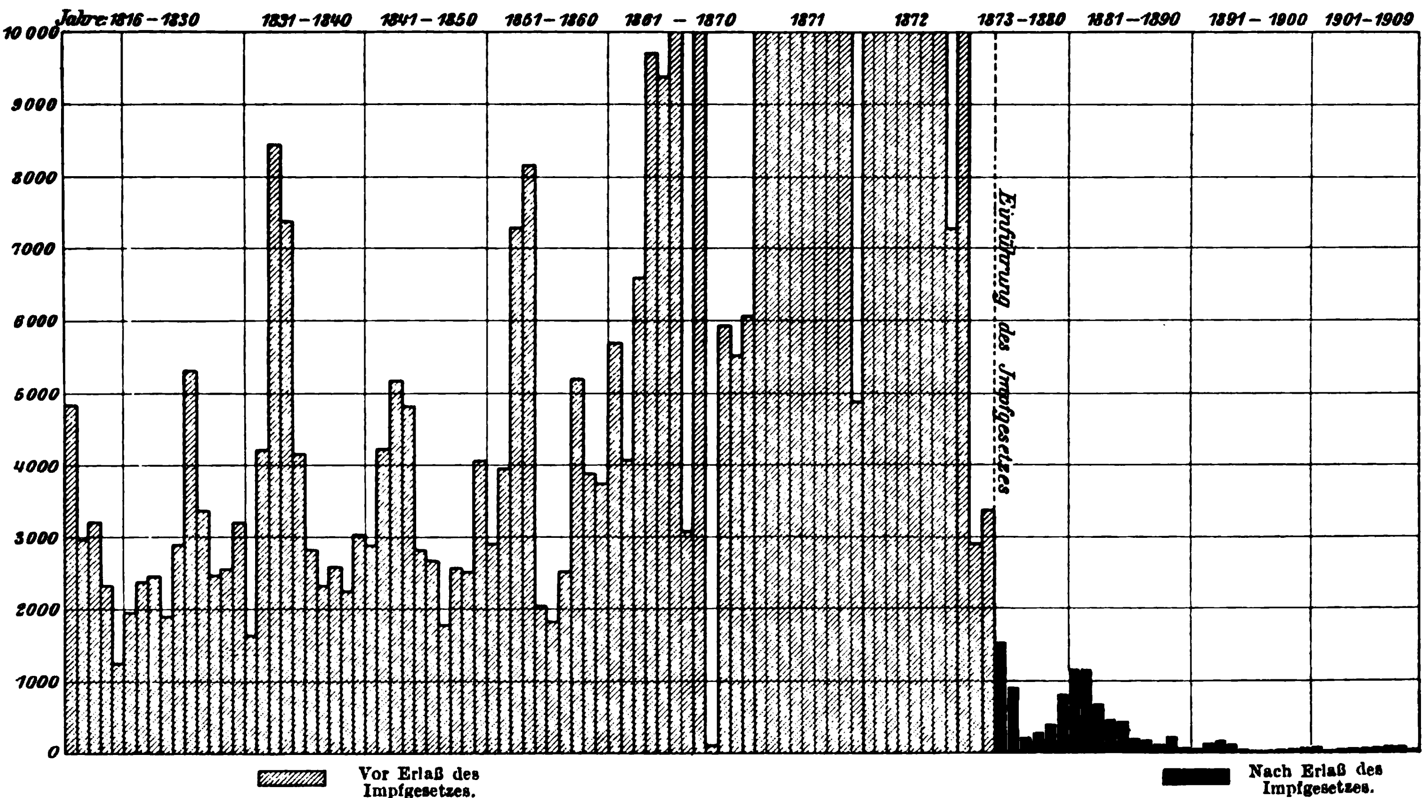


Abb. 45. Zahl der jährlichen Pockentodesfälle im Deutschen Reiche 1816—1910. Nach einer Darstellung des Reichsgesundheitsamtes. Die Darstellung läßt erkennen, daß vor Erlaß des Impfgesetzes in Deutschland jährlich Tausende von Personen an den Pocken gestorben sind. Die Verlustziffern stiegen sogar im Jahre 1871 auf 84 885 und 1872 auf 77 226. Seit Einführung des Impfgesetzes haben sich die Pockentodesfälle andauernd auf einer niedrigen Zahl gehalten, die in dem letzten hier angegebenem Jahrzehnt 65 in keinem Jahre überschritten hat. Die Zahlen der Jahre 1816 bis 1855 beziehen sich auf ein Gebiet, das nur 68—90 % des bisherigen Deutschen Reiches umfaßt. Erst vom Jahre 1886 an liegen Aufzeichnungen aus sämtlichen deutschen Bundesstaaten vor.

Angesichts der überraschend günstigen Wirkung des Impfzwanges auf den Rückgang der Pockenerkrankungen in allen Ländern, sind die Einwendungen der Impfgegner unverständlich. Die spärlichen beobachteten Impfschäden stehen in gar keinem Verhältnis zu dem ungeheuren

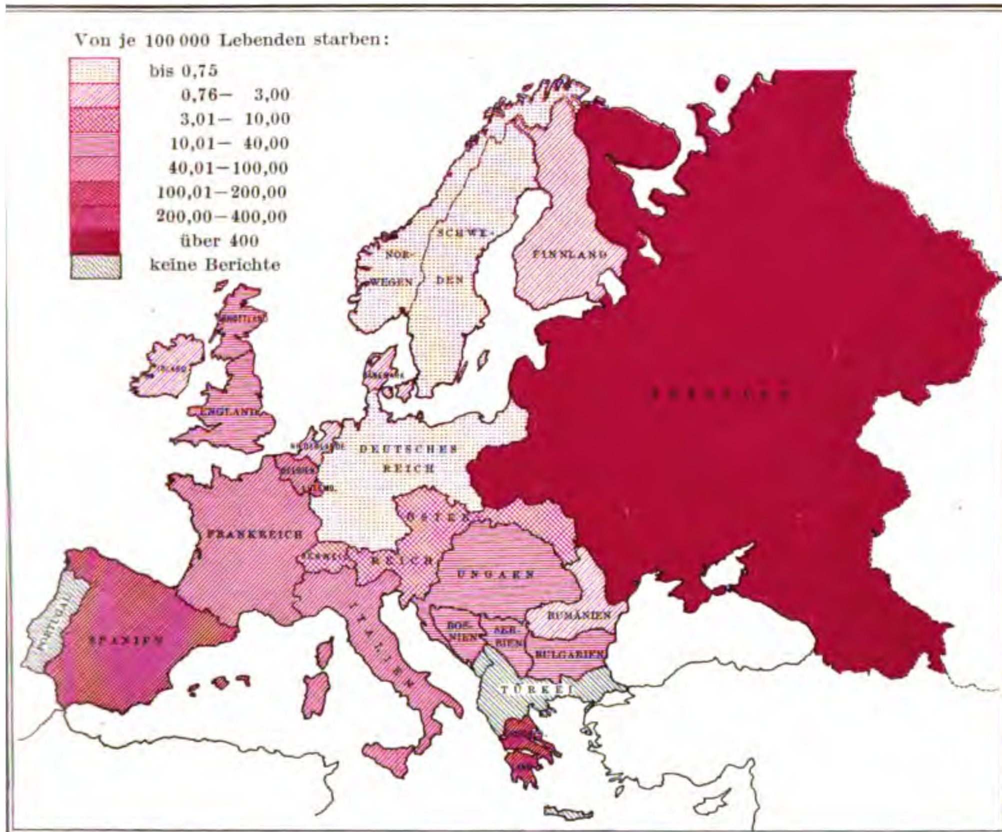


Abb. 46. Pockentodesfälle in den einzelnen Staaten Europas im Durchschnitt der Jahre 1899—1908. Berechnet auf 1 Million Einwohner. Nach einer Darstellung des Reichsgesundheitsamtes.

Die Karte von Europa veranschaulicht mittels hellerer oder dunklerer Schraffierung die geringere oder größere Pockensterblichkeit in den einzelnen Ländern.

Niedrige Pockensterblichkeit haben z. B. aufzuweisen Schweden (0,27), Norwegen (0,54), das Deutsche Reich (0,68) und Dänemark (0,81). Es sind dies Länder, in denen die Erst- und Wiederimpfung regelmäßig durchgeführt wird. Ungünstige Verhältnisse zeigen dagegen Länder, in denen die Durchführung der Impfung unzureichend ist, wie z. B. Rußland (567,28), Spanien (394,08), Griechenland (310,71) und Frankreich (91,08). In England ist die Pockensterblichkeit immerhin 20 mal so groß als im Deutschen Reiche.

Segen, den die Schutzpockenimpfung dem Volke bringt. Besonders in die Augen fallend war der Wert der Impfung für die deutsche Armee im Jahre 1870/71, wo unter den nicht geimpften französischen Truppen rund 23 500 Mann den Pocken erlagen, während die Verluste auf deutscher Seite noch nicht 500 Mann erreichten. Der damals noch fehlende allgemeine Impfschutz der Zivilbevölkerung führte zu einer durch die

französischen Kriegsgefangenen eingeschleppten ungeheuren Pockenepidemie. Es erlagen von der Zivilbevölkerung infolge dieser Einschleppung damals fast 130 000 Menschen der Seuche. Diese trüben Erfahrungen gaben den Anlaß zur Einführung des Impfzwanges.

Die in der Abb. 45 gebrachte graphische Darstellung und die geographische Übersichtskarte (Abb. 46) über die Verbreitung der Pocken in Ländern mit und ohne Impfzwang erläutern am besten die hervorragende Bedeutung der Jennerschen Entdeckung.

Die Erreger der Varizellen (Windpocken) sind ebenfalls unbekannt. Bei ihrer Verimpfung auf die Kornea des Kaninchens kommt es nicht zur Entstehung der Guarnierischen Körperchen. Die Inkubation bei den Varizellen beträgt 2—3 Wochen. Die Mortalität dieser besonders bei Kindern auftretenden Erkrankung ist sehr gering.

Vom Bundesrat ist s. Z. eine Anweisung zur Bekämpfung der Pocken herausgegeben worden nebst einem Anhang: Ratschläge an Ärzte.

Maul- und Klauenseuche.

Diese verbreitete Infektionskrankheit der Rinder wird durch einen noch unbekannten Krankheitserreger, der zu den „filtrierbaren Infektionserregern" gehört, erzeugt. Sie ist auch auf den Menschen übertragbar. Nach Genuß von Milch und Milchprodukten, die von infizierten Tieren stammen, entstehen, namentlich leicht bei Kindern, Erkrankungen der Mundschleimhaut, die als Aphthenseuche bezeichnet werden. Die Verhütung dieser Krankheit ist Aufgabe der Veterinärpolizei. Durch Erhitzen der Milch sind die Infektionserreger leicht abzutöten.

Beriberi.

Diese in den Tropen vorkommende, von den Japanern als Kake bezeichnete Krankheit wird heute von der Mehrzahl der Autoren nicht mehr zu den Infektionskrankheiten gerechnet, sondern auf Ernährungsstörungen bezogen, welche auf den Mangel an sog. akzessorischen Nährstoffen zurückzuführen sind (vgl. das Kapitel Ernährung). Die sog. Segelschiffberiberi ist eine dem Skorbut nahestehende Erkrankung.

Anhang.

A. Nicht pathogene Bakterien von hygienischer Bedeutung.

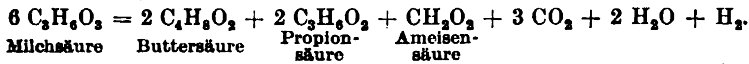
(Wegen Bact. coli vgl. S. 47.)

Wie oben schon auseinandergesetzt wurde, stellen die pathogenen Bakterien nur einen Bruchteil der existierenden Bakterienarten dar; sie sind aber aus naheliegenden Gründen weit eingehender studiert als die zahlreichen Saprophyten, einmal, weil das Interesse für sie ein besonders großes war und dann, weil ihre pathogenen Eigenschaften erlaubten, sie leichter voneinander durch Tierversuch und pathologisch-anatomische Untersuchung zu unterscheiden. Für den allgemeinen Kreislauf des Stoffes sind dagegen die übrigen Bakterien sehr bedeutungsvoll. Unsere Kenntnisse über sie sind leider nicht sehr weitreichend, die Differentialdiagnose oft schwer.

Im folgenden sollen namentlich eine Reihe von Mikroorganismen angeführt werden, welchen wir bei hygienischen Betrachtungen, auch abgesehen von den Infektionskrankheiten, häufiger begegnen. Zu einer näheren Beschreibung fehlt der Raum und muß dieserhalb auf die speziellen Lehrbücher der Mykologie verwiesen werden.

Bei der Zersetzung organischer Stoffe treffen wir auf eine Reihe wichtiger Mikroorganismen. So erfolgt die Essigsäurebildung durch das Bacterium aceti

und andere Essigbakterien, bei der Buttersäuregärung spielen bald aerobe (z. B. der Bacillus butyricus Hüppe) bald anaerobe Bakterien (z. B. Bac. saccharobutyricus Graßberger und Schattenfroh) eine Rolle. Der Prozeß läßt sich teilweise durch folgende Formel veranschaulichen:



$$6\,C_3H_6O_3 = 2\,C_4H_8O_2 + 2\,C_3H_6O_2 + CH_2O_2 + 3\,CO_2 + 2\,H_2O + H_2.$$

Milchsäure — Buttersäure — Propionsäure — Ameisensäure

Als aerober Erreger der Eiweißfäulnis möge das Bact. vulgare (vgl. dieses), als anaerober der Bacillus putrificus genannt werden.

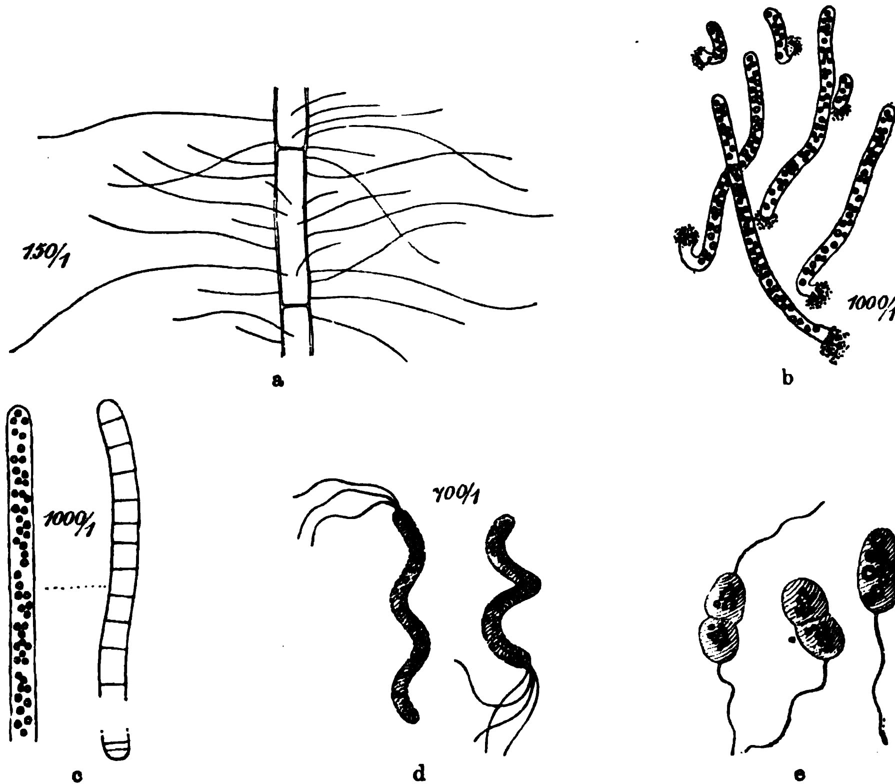
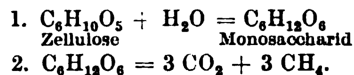


Abb. 47. Schwefelbakterien.

a) Thiothrix (nach Kolkwitz). b) Thiothrix (nach Winogradsky). c) Beggiatoa alba (nach Winogradsky). d) Thiospirillum sanguineum (nach Warming-Kolkwitz). e) Chromatium Okenii (nach Winogradsky-Kolkwitz).

Die Zersetzung der Zellulose durch Bakterien unter Bildung von Kohlensäure und Sumpfgas oder Wasserstoff, neben verschiedenen organischen Säuren, ist ein anaerober Vorgang, während die Zerstörung von Zellulose bei Sauerstoffanwesenheit (Vermoderung) vorzugsweise durch Schimmelpilze verursacht wird.

Der anaerobe Prozeß läßt sich ungefähr durch folgende Formeln veranschaulichen:



1. $C_6H_{10}O_5 + H_2O = C_6H_{12}O_6$ (Zellulose — Monosaccharid)

2. $C_6H_{12}O_6 = 3\,CO_2 + 3\,CH_4.$

Auch an den Nitrifikations- und Denitrifikationsvorgängen sind Bakterien hervorragend beteiligt.

Ammoniaksalze werden zu Nitrit umgewandelt (durch Nitrosomonas europaea, Winogradsky), Nitrite in Nitrate (durch Bacterium Nitrobacter, Winogradsky).

Gewisse, frei im Boden lebende Bakterien geben zur Bindung freien Stickstoffs Veranlassung (Bac. Pasteurianus, Winogradsky; Azotobacter), ferner

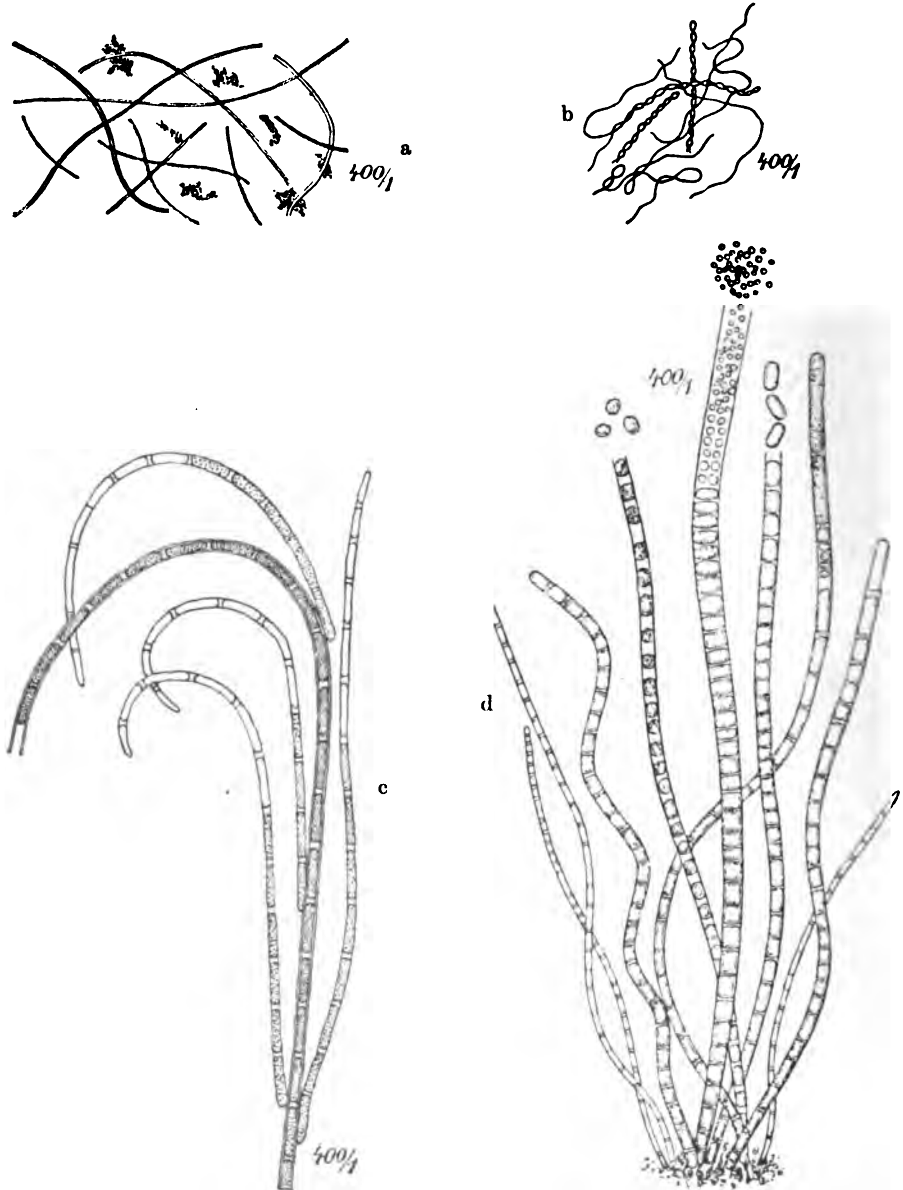


Abb. 48. Eisenbakterien.
a) Chlamydothrix ochracea (nach Kolkwitz). b) Gallionella ferruginea (nach Migula). c) Clonothrix fusca (nach Roze). d) Crenothrix polyspora (nach Zopf).

die mit Leguminosenpflanzen symbiontisch lebenden Knöllchenbakterien (Bact. radicicola, Beijerinck).

Diesen Bakterien gegenüber stehen nitratreduzierende (Bact. denitrificans, Burri und Stutzer; Bac. Ellenbachensis, Stutzer).

Von den Schwefelbakterien (Abb. 47) oxydieren einige den Schwefel zu Schwefelsäure, ein anderer Teil scheidet aus Schwefelwasserstoff elementaren Schwefel ab. Ebenso wie zahlreiche Bakterien aus peptonhaltigem Nährmaterial Schwefelwasserstoff durch Zersetzung ebenso vermögen manche auch aus elementarem Schwefel Schwefelwasserstoff zu bilden.

Die Eisenbakterien (die Gattungen Chlamydothrix, Clonothrix, Crenothrix und Gallionella, Abb. 48) speichern aus eisen- (und mangan)haltigen Wässern Eisen (und Mangan) in ihren Zellen auf.

Der Harnstoff des Harns wird durch verschiedene Organismen (Micrococcus ureae u. a.) in kohlensaures Ammoniak abgebaut nach der Formel:



$$CON_2H_4 + 2\,H_2O = (NH_4)_2\,CO_3.$$

Ammoniakbildner im Boden sind u. a. der bewegliche, sporenbildende Bac. mycoides (Wurzelbazillus) und der gleichfalls sporenbildende, lebhaft bewegliche sauerstoffbedürftige Bac. subtilis (Heubazillus). Sehr verbreitet im Boden ist auch der Bac. mesentericus vulgatus (Kartoffelbazillus), welcher besonders resistente Sporen besitzt.

Bei der Brotteiggärung sind neben den Hefen Milchsäurebakterien beteiligt. Durch Milchsäurebakterien wird auch die Sauerkrautgärung bedingt. Auch gewisse Stadien der Tabakgärung verlaufen unter Beihilfe von Bakterien.

Die Milchsäuregärung (vgl. auch das Kapitel Milch) wird hauptsächlich durch den Streptococcus acidi lactici (Bact. lactis acidi) hervorgerufen, welcher aus Milchzucker ohne Gasbildung reine Milchsäure bildet. Daneben vermag das Bacterium acidi lactici aus Trauben- und Milchzucker unter starker Gasbildung Milchsäure (und andere organische Säuren) abzuspalten, wie das Bact. coli (vgl. dieses). Der erstgenannte Vorgang läßt sich durch folgende Gleichung darstellen:



$$\underset{\text{Milchzucker}}{C_{12}H_{22}O_{11}} + H_2O = \underset{\text{Milchsäure}}{4\,C_3H_6O_3}$$

Von den Milchfehlern seien als durch Bakterien bedingt genannt das Schleimigwerden, das Bitterwerden und das Blauwerden der Milch. Bei der Käsereifung sind vor allem peptonisierende Bakterien beteiligt, daneben verschiedene Schimmelpilze. Durch die bei der Reifung produzierten Gase wird die Lochbildung im Käse bewirkt, ähnlich wie bei der Brotteiggärung.

Das Ranzigwerden der Butter muß teils auf Wirkungen des Sauerstoffs und des Lichtes teils auf fettspaltende Bakterien (Bact. fluorescens u. a.) zurückgeführt werden.

Der Bac. fluorescens liq. ist überhaupt an der Fettzersetzung stark beteiligt, außerdem eine Reihe von Schimmelpilzen.

Bei der mit Selbsterhitzung des Heues einhergehenden Heugärung spielt augenscheinlich der Bac. calfactor eine Hauptrolle. Sein Wachstumsoptimum liegt bei 55° C. Auch bei Misthaufen beobachtet man bekanntlich eine durch Bakterientätigkeit bedingte Selbsterhitzung.

Gewisse Bakterien leuchten in ihren Kulturen oder auf ihren sonstigen Nährsubstraten (Fleisch, besonders Fischfleisch). Als Leuchtbakterien bekannt sind z. B. das Bacterium phosphorescens (Fischer), der Vibrio albensis (leuchtender Elbvibrio, Dunbar) u. a.

Für die hygienische Untersuchungsmethodik — abgesehen von der differentialdiagnostischen Bedeutung — wichtig ist die Befähigung zahlreicher Bakterienarten (auch einzelner pathogener), Farbstoffe zu bilden. So schickt man zur Prüfung von Bodenschichten und Filtern auf Durchlässigkeit mit Vorliebe Aufschwemmungen des Bacterium prodigiosum hindurch, welches im Filtrat verhältnismäßig leicht an seiner Farbstoffbildung wieder zu erkennen ist. Der in Wasser unlösliche rote Farbstoff bildet sich am besten auf bestimmten Nährböden (Agar-Agar und Kartoffel) und nur bei Sauerstoffzutritt. Er bildet sich nicht bei Bruttemperatur. Von anderen farbstoffbildenden Mikroorganismen sind zu nennen: Rosa Hefe, Sarcina aurantiaca und flava, Spirillum rubrum, Bac. pyocyaneus, Bact. syncyaneum und andere.

Auch manche spezifische Gerüche werden in Bakterienkulturen (abgesehen von dem Schwefelwasserstoffgeruch) erzeugt.

B. Hyphen- und Sproßpilze von hygienischer Bedeutung.

Hyphen- und Sproßpilze haben als Infektionserreger für die menschliche Hygiene bisher nur ein beschränktes Interesse, doch sind sie sonst, weil bei den Prozessen der Zerstörung und Zerlegung organischer Stoffe beteiligt, von Wichtigkeit.

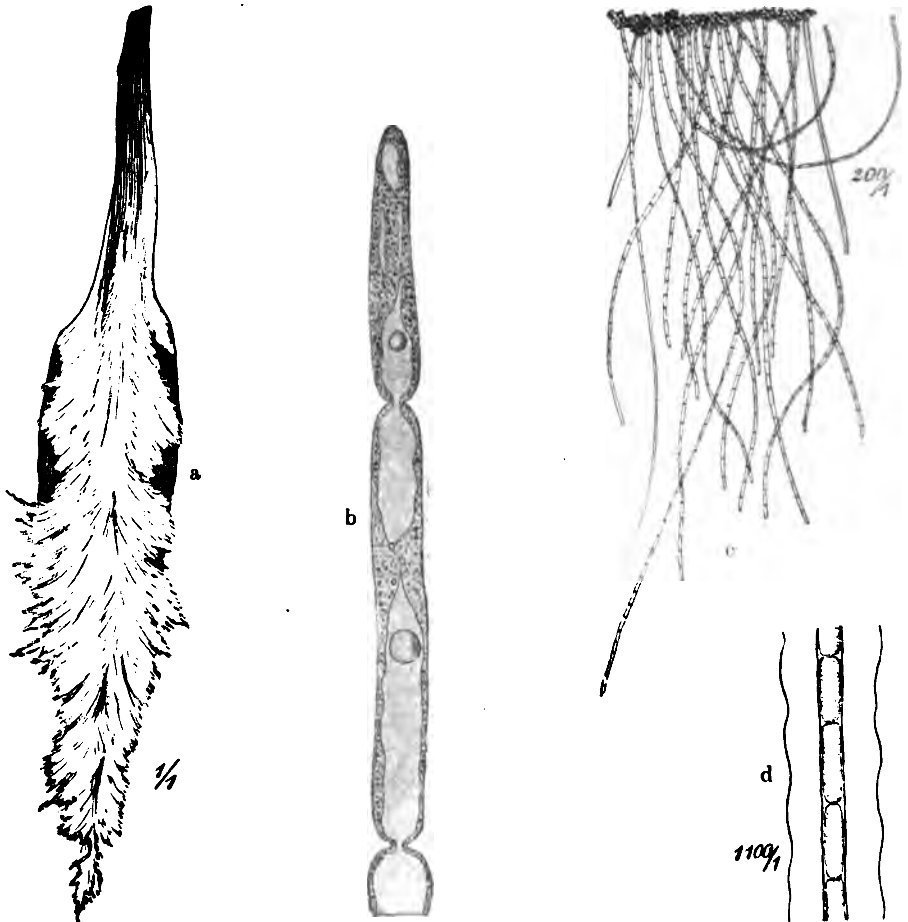


Abb. 49. a und b Leptomitus lacteus. c und d Sphaerotilus natans. Nach Kolkwitz.

Abgesehen von den oben S. 3 bereits erwähnten sind von Hyphenpilzen noch zu nennen die in verunreinigten Flußwässern vorkommenden Abwasserpilze Leptomitus lacteus, Sphaerotilus natans und Fusarium.

Der Leptomituspilz (Abb. 49 a/b) besteht aus verzweigten 16—20 μ dicken Fäden, welche keine Querwände besitzen, sondern nur stellenweise eingeschnürt sind. In jedem Fadenglied liegt eine Cellulinkugel. Fortpflanzung durch Weiterwachsen abgerissener Teilchen und durch Schwärmsporen.

Der gleichfalls sehr häufig vorkommende Abwasserpilz Sphaerotilus natans (Abb. 49 c/d) gehört zu den Fadenbakterien; er ist makroskopisch häufig von Leptomitus nicht zu unterscheiden. Mikroskopisch besteht er aus wenige μ

dicken, unverzweigten, unbeweglichen, aus Zellen zusammengesetzten Fäden, mit dünner Scheide.

Fusarium ist makroskopisch häufig durch die kirschrote Färbung der Pilzzotten, mikroskopisch nach Kultur auf Kartoffel an der Bildung großer sichelförmiger Sporen zu erkennen.

Von Schimmelpilzen sind zu nennen die Aspergillus-, Mucor- und Penicilliumarten (Abb. 50).

Bei den Aspergillusarten (Kolbenschimmel) tragen die kolbig verdickten Fruchthyphen flaschenförmige Sterigmen, von welchen sich die Sporen abschnüren. Aspergillus fumigatus ist bei Ohr- und Lungenerkrankungen gefunden worden.

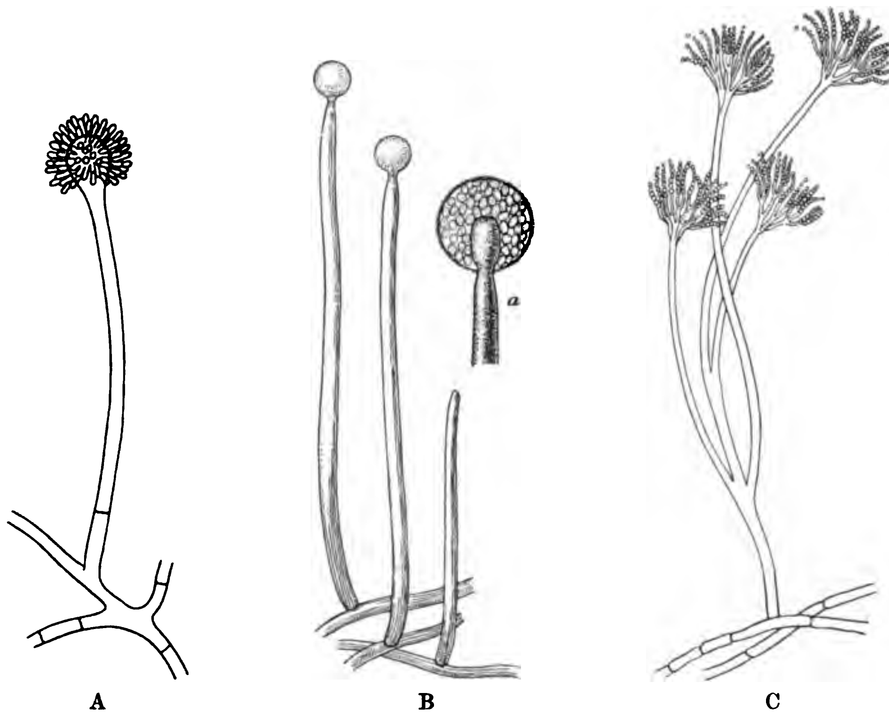


Abb. 50. Schimmelpilze (nach Griesbach).
A Aspergillus. B Mucor (a ein stärker vergrößertes Köpfchen im Durchschnitt). C Penicillium[1]).

Die Mucorarten (Köpfchenschimmel), sind erkenntlich an den auf kugelig angeschwollenen Fruchthyphen befindlichen Sporenköpfchen. Gewisse Mucorarten sind durch die Fähigkeit ausgezeichnet, ähnlich wie die Hefe, Zucker in Alkohol zu vergären, andere, wie Mucor corymbifer sind pathogen (Ohrmykosen u. a.).

Die Penicilliumarten, kenntlich an den fächer- oder pinselförmig verzweigten Konidienträgern und den durch Querwände geteilten Hyphen sind die gemeinsten Schimmelpilze, im besonderen das Penicillium glaucum (grüner Pinselschimmel). Das Penicillium brevicaule bildet auf arsenhaltigen Nährböden (aber auch gelegentlich auf feuchten, mit arsenhaltiger Farbe gefärbten Tapeten) den giftigen, charakteristisch nach Knoblauch riechenden Arsenwasserstoff (nach neueren Untersuchungen nicht Arsenwasserstoff, sondern Kakodyloxyd $[(CH_3)_2As]_2O$). Es wird daher zum biologischen Nachweis kleiner Arsenmengen (nach Gosio) benutzt.

[1]) Die Fruchtträger bei Penicillium zeigen Querteilung, was in der Abbildung nicht zum Ausdruck gekommen ist.

Oidium lactis, Milchschimmel, hat verzweigtes Mycel, mit einfachen Fruchthyphen, an denen die Sporen wie Kettenglieder sitzen. Äußerlich dem Oidium nahestehend sind der Favuspilz, (Schönlein 1839), Trichophyton tonsurans, der Erreger der Pityriasis versicolor und andere.

Im Verlaufe des Weltkrieges (namentlich 1917/18) haben die durch Fadenpilze hervorgerufenen Erkrankungen des Bartes und der Haut in Deutschland erheblich zugenommen. Man unterscheidet: die Mikrosporie, eine nur bei Kindern beobachtete Erkrankung der Kopfhaare (Erreger: Mikrosporon Audouini) und die eigentliche Trichophytie, die hauptsächlich den Bart, das Gesicht und den Hals befällt. Die oberflächliche Form (Herpes tonsurans) ergreift die oberen verhornten Epidermisschichten und erzeugt dort die bekannten kreisförmigen Affektionen, die tiefen Formen (Kerion Celsi und Sykosis parasitaria)

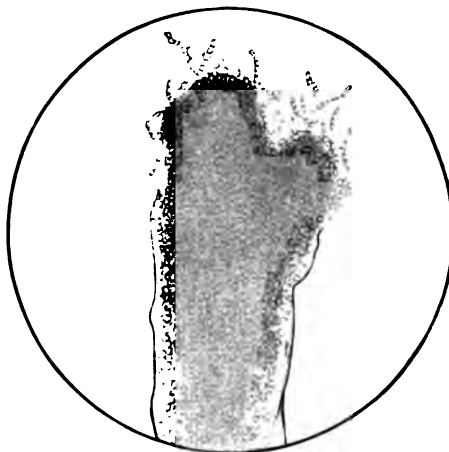


Abb. 51. Haar mit Trichophytonpilzen. (Nach Lesser.)

führen zu eitrigen Entzündungen auf dem behaarten Kopf und im Bereiche des Bartes. Zur Diagnose genügt meist die klinische Beobachtung oder die mikroskopische Untersuchung von Schuppen oder erkrankten Haaren in $10^{0}/_{0}$iger Kalilauge mittels starken Trockensystems (Abb. 51). Die Pilze erscheinen als doppelt konturierte, verzweigte Fäden oder in Form von Sporenketten. Gegen Desinfektionsmittel (z. B. Sublimat) verhalten sich die Trichophytonsporen ungefähr so wie die Staphylokokken. Durch 10 Minuten lange Einwirkung heißen Wassers von mindestens 60° werden die Trichophytiepilze abgetötet.

Die Übertragung der Bartflechte erfolgt bekanntlich am häufigsten in den Barbierstuben, dann aber auch durch die gemeinsame Benutzung von Handtüchern u. dgl. Zu Epidemiezeiten sind besondere Verordnungen für das Barbiergewerbe unerläßlich. (Vgl. z. B. die Verordnung in Sachsen-Weimar vom 24. Nov. 1918.) Das Reichsgesundheitsamt hat im Jahre 1918 ein Merkblatt über Bartflechten und scherende Flechten für Barbiere und Friseure herausgegeben.

Den Übergang zu den Sproßpilzen macht der Erreger des Soors, der von Grawitz 1877 reingezüchtete Soorpilz. Er bildet außer dem Mycel hefezellenartige Sprossungen (Abb. 52).

Die Sproßpilze sind oval-elliptische oder kugelförmige Zellen mit Zellkern und Zellmembran. Das körnige Zellplasma schließt häufig

Vakuolen, Fetttröpfchen u. a. ein. Die Größe der Zellen ist wechselnd, im Mittel etwa 7—8 μ im Durchmesser.

Man unterscheidet die Saccharomycesarten (Kulturhefen) von den Torulaarten (den wilden Hefen). Bei ersteren erfolgt die Fort-

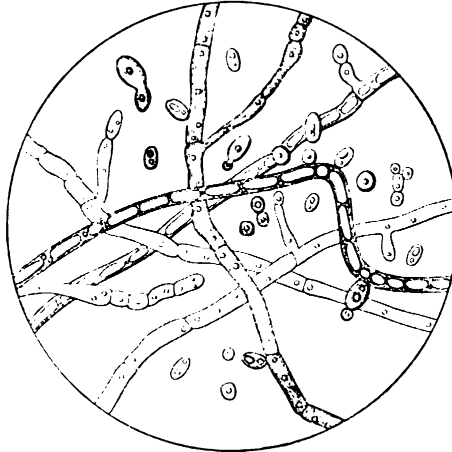


Abb. 52. Soorpilz. (Nach Lenhartz.)

pflanzung durch Sprossung (Tochterzellenbildung) und Sporenbildung (Abb. 53), bei den Torulaarten nur durch Sprossung. Sporenbildung erfolgt nur bei Sauerstoffzutritt.

Die Hefepilze lassen sich leicht kultivieren. Die Kultur ist zur Differentialdiagnose notwendig. Man benützt bei den Toruladormen (Rosa Hefe u. a.) die gewöhnlichen bakteriologischen Nährböden, bei den Kulturhefen meist Bierwürze, oder Rohrzuckerlösungen.

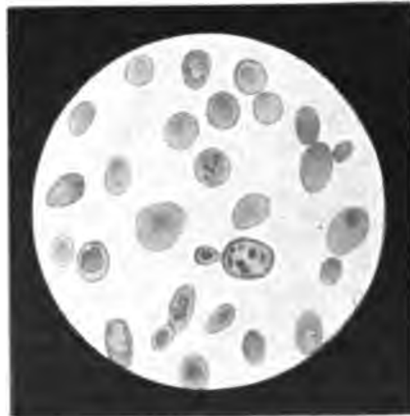


Abb. 53. Hefezellen.

Wachstum, d. h. Vermehrung durch Sprossung, tritt innerhalb eines großen Temperaturintervalles (etwa 5—35° C) ein. Das Optimum des Wachstums liegt meist zwischen 28 und 34°. Nur bei Sauerstoffanwesenheit ist das Wachstum lebhaft. Die Hefen vergären Traubenzucker und andere Kohlehydrate zu Kohlensäure und Alkohol mit verschiedenen Nebenprodukten.

Die Annahme, daß die Alkoholgärung der Hefen mit dem Leben der Hefezelle unmittelbar und untrennbar zusammenhänge, hat Ed. Buchner durch Herstellung des gärungserzeugenden, zellfreien Hefepreßsaftes 1896 als irrig erwiesen. Die Zerlegung von Zucker in Alkohol und Kohlensäure ist danach ein chemischer, durch ein Enzym (Zymase oder Alkoholase) erzeugter Vorgang.

Über die neuerdings studierten pathogenen Wirkungen von Hefepilzen, im besonderen über ihre Beziehungen zu den Geschwülsten, sind bisher abschließende Ergebnisse noch nicht erzielt. Man wird diese Frage noch offen lassen müssen.

IV. Invasionskrankheiten des Menschen, hervorgerufen durch höher organisierte Parasiten.

1. Trichinen.

Die zu den Nematoden gehörende Trichine (Trichina spiralis) kommt in verschiedenen Entwicklungsstadien im Menschen vor, als Muskeltrichine und als Darmtrichine. Erstere Form ist der Dauerzustand, letztere derjenige Zustand, in welchem die geschlechtliche Vermehrung erfolgt.

Die weibliche Darmtrichine ist ein etwa 3,5 mm langes wurmförmiges Gebilde, dessen eines Ende abgerundet, dessen anderes spitz zulaufend ist. Die männliche Trichine ist kleiner. Wenige Tage nach der Begattung produziert die weibliche Trichine bis zu Tausend und mehr kleiner stabförmiger Embryonen. Während die männlichen Trichinen bald zugrunde gehen, halten sich die weiblichen mehrere Wochen im Darm des befallenen Organismus lebensfähig.



Abb. 54. Eingekapselte Muskeltrichinen. Nach Braun und Lühe. Vergr. etwa 50fach.

Durch die Chylusgefäße gelangen die Embryonen in die Blutbahn und von hier in die Muskulatur, wo sie zu Muskeltrichinen auswachsen. Etwa 3 Wochen nach der Infektion ist das Wachstum beendigt und die Trichine kapselt sich im Laufe der nächsten Wochen ein. Nach einigen Monaten verkalken die Kapseln, doch sterben hierdurch die Trichinen zunächst nicht ab. Die rundlich-länglichen Kapseln sind etwa 0,5 mm lang und 0,35 mm breit. In diesem Zustand können die Trichinen viele Jahre hindurch infektionstüchtig bleiben (Abb. 54).

Die Trichine befällt nur die quergestreifte Muskulatur und siedelt sich hier mit besonderer Vorliebe in den Zwerchfellmuskeln und den Zungen- und Kehlkopfmuskeln an.

Von Schlachttieren wird nur das Schwein (auch Wildschweine können Trichinen beherbergen) von Trichinen befallen. Im übrigen sind auch Hund, Katze, Ratte und andere Tiere natürliche Wirte für diesen Parasiten. Das Schwein infiziert sich gewöhnlich durch das Fressen trichinöser Ratten.

Die menschliche Trichinose entsteht meist durch Genuß trichinösen Schweinefleisches. Um eine bemerkbare Infektion hervorzurufen, genügt indessen nicht die Aufnahme vereinzelter Trichinen, sondern es muß eine größere Anzahl ausgebildeter eingekapselter Muskeltrichinen aufgenommen werden.

So langlebig die Muskeltrichinen an sich sind, so werden sie doch durch bestimmte Konservierungsmethoden des Fleisches, nämlich das Trocknen und das wochenlange Pökeln ziemlich sicher abgetötet. Da die Muskeltrichine bei einer Temperatur von 70° abstirbt, so ist Fleisch, welches durch Kochen die rote Farbe verloren hat (bei ca. 70° zerfällt das Hämoglobin in Eiweiß und Hämatin) unbedenklich zu genießen.

Durch das Räuchern findet eine Abtötung der Muskeltrichinen nicht statt (vgl. im übrigen S. 267).

Als Infektionskrankheit ist die Trichinose erst 1860 durch Zenker erkannt worden. Sie ist eine überall verbreitete, bald sporadisch, bald epidemisch auftretende Krankheit, welche aber in Deutschland dank der guten Prophylaxe (Trichinenschau) sehr zurückgegangen ist. Auch die Anzahl der trichinös befundenen Schweine ist jetzt gering.

Die Infektionspforte ist ausschließlich der Verdauungskanal, die Inkubation bis zu den ersten unbestimmten Erscheinungen beträgt 2—3 Tage, bis zum Auftreten der Muskelschmerzen usw. etwa 3 Wochen. Krankheitserscheinungen: Von den Symptomen dieser zweiten Krankheitsperiode (Einwanderung der Trichinen in die Muskulatur) sind zu nennen: Muskelsteifigkeit und in schweren Fällen Insuffizienz der Kau- und Atemmuskulatur, ferner Eosinophilie des Blutes. Die erste Krankheitsperiode wird durch Fieber, Erscheinungen vom Magendarmkanal aus, Ödem der Augenlider u. a. charakterisiert.

Die Mortalität ist sehr verschieden und kann im Mittel etwa auf 5—15% veranschlagt werden. Es kommt auf die Massigkeit der Infektion an.

Von prophylaktischen Maßnahmen ist die Trichinenschau die wichtigste. Dieselbe wird durch das Reichsgesetz, betr. die Schlachtvieh- und Fleischbeschau vom 3. Juni 1900 nebst Ausführungsbestimmungen vom Jahre 1909 geregelt. Die Anlage b im Abschnitt D dieser Ausführungsbestimmungen enthält eine ausführliche Anweisung für die Untersuchung des Fleisches auf Trichinen und Finnen.

Die persönliche Prophylaxe besteht in der Vermeidung des Genusses rohen, halbgaren oder nur geräucherten Schweinefleisches.

2. Finnen und Bandwürmer.

Die Finnen (Cysticerken) sind Entwicklungsstadien der zu den Plathelminthen gehörenden Bandwürmer (Cestoden). Für die menschliche Hygiene sind folgende Bandwürmer von Belang:

Taenia saginata (Finne: Cysticercus inermis). Der Bandwurm, 4—8 m lang, kommt ausschließlich beim Menschen vor, die zugehörige Finne beim Rind, außerordentlich selten beim Menschen.

Taenia solium (Finne: Cysticercus cellulosae). Der Bandwurm, 2—3 m lang, kommt ausschließlich beim Menschen vor, die Finne beim Schwein, nicht selten auch beim Menschen.

Bothriocephalus latus (Finne ohne besonderen Namen). Der Bandwurm, 5—9 m lang, kommt ausschließlich beim Menschen vor, die Finne beim Hecht und der Quappe.

Taenia echinococcus (Finne: Echinokokkus). Der nur 4—5 mm lange Bandwurm kommt beim Hunde vor, sowie beim Fuchs und Wolf, nicht beim Menschen; die Finne beim Menschen, Affen und einer größeren Anzahl anderer Tiere.

Die Finnen sind die geschlechtslosen Jugendformen der Bandwürmer. Es sind linsen- bis taubeneigroße Blasen mit wäßrigem Inhalt, welche, ins Innere eingestülpt, den Kopf des zugehörigen Bandwurmes aufweisen. Gelangen die Finnen in den Darm des für den betreffenden Bandwurm empfänglichen Organismus (Mensch, Hund), so stülpt sich der Kopf der Finne aus und setzt sich an der Darmwandung fest. Durch Knospung entstehen dann vom Kopfteil aus die Bandwurmglieder (Proglottiden). Die ersten Glieder sind schmal, die späteren nehmen an Breite zu. Die vom Kopf weiter entfernten reifen Glieder enthalten weibliche und männliche Geschlechtsorgane, deren Bau (der Uterus hat bei T. sagin. 20—30, bei T. sol. nur 7—10 Seitenzweige) neben dem Bau des Kopfes (Taenia saginata:

4 Saugnäpfe, kein Hakenkranz; Taenia solium: 4 Saugnäpfe und einen doppelten Hakenkranz; Bothriocephalus 2 Saugnäpfe ohne Haken) und der Struktur der Eier (radiär gestreifte Eischale bei T. solium) zur Diagnose der einzelnen Bandwurmarten dient. Bei jeder Proglottide findet Selbstbefruchtung statt. Die entstehenden Eier gehen in den Bandwurmgliedern mit dem Kote ab. Die reifen Eier enthalten einen mit Häkchen bewehrten, fertigen Embryo.

Gelangen diese Eier oder Bandwurmglieder mit dem Futter in den Magen eines Tieres oder durch Zufall (Berühren des Mundes mit beschmutzten, Bandwurmeier tragenden, oder durch Belecken durch einen bandwurmkranken Hund infizierten Fingern, oder durch antiperistaltische Darmbewegungen bei Bandwurm-

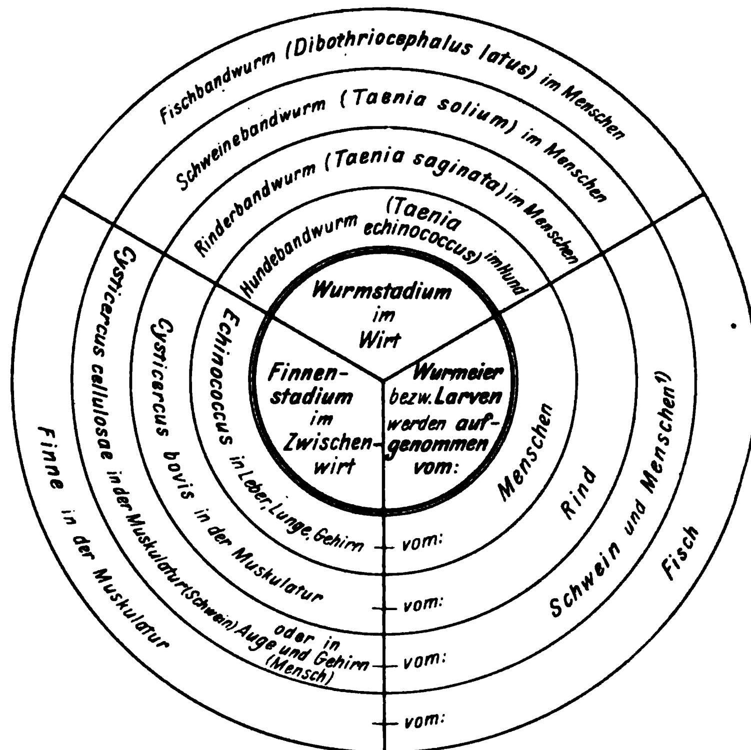


Abb. 55. Schematische Übersicht über das Vorkommen von Bandwürmern und Finnen.

trägern — Selbstinfektion —) in den Magen eines Menschen, so löst sich im Magensafte die Hülle der Eier, die Embryonen werden frei und wandern durch die Lymphgefäße ins Blut. Mit dem Blut gelangen sie in verschiedene Organe. Hier wandelt sich der Embryo zur Finne um. Die Entwicklung der Eier von Bothriocephalus latus findet im Wasser statt. Von hier aus wandern die Embryonen in den Zwischenwirt (Hecht, Quappe, s. o.) ein.

Die Rinder- und Schweinefinne findet sich im intramuskulären Bindegewebe (die Rinderfinne besonders in der Kaumuskulatur), in Herz, Leber, Gehirn u. a. Organen. Die Rinderfinne ist im übrigen häufiger als die Schweinefinne. Beim Menschen wird der Cysticercus cellulosae (Blasenwurm) als erbsengroßes Bläschen besonders häufig im Gehirn, im Auge und in der Muskulatur (auch des Herzens), selten in der Leber gefunden, während die Finne des Hundebandwurms, der Echinokokkus,

[1]) Durch Aufnahme von durch bandwurmhaltige Fäkalien verunreinigtem Wasser usw.

beim Menschen mit besonderer Vorliebe sich in der Leber ansiedelt, dann auch in Lunge, Niere usw.

Die Finnen sind nicht sehr widerstandsfähig. Im Fleisch der Schlachttiere können sie durch Erhitzen (bis zur grauen Verfärbung des Fleisches, d. h. bis etwa 80°), ferner durch längeres Pökeln abgetötet werden. Auch durch 3 Wochen langes Aufbewahren des Fleisches in Kühlräumen gehen Rinderfinnen zugrunde, auch durch mehrtägiges Gefrierenlassen. Die Schweinefinnen sind etwas resistenter.

Das Behaftetsein mit einer Taenia macht meist nur unbedeutende Krankheitserscheinungen, Bothriocephalus, der in Deutschland übrigens selten ist, kann dagegen zu schweren anämischen Zuständen führen.

Die Entwicklung von Cysticerken beim Menschen verursacht je nach Art und Lokalisation die verschiedensten Symptome.

Als prophylaktische Maßnahme kommt auch hier wieder die Fleischbeschau in Frage sowie die Vermeidung des Genusses rohen, halbgaren oder nur geräucherten Fleisches, für die Taenia echinococcus Vorsicht im Verkehr mit Hunden. Die sonst beim Menschen häufiger vorkommenden parasitären Nematoden: Ascaris lumbricoides (Spulwurm) und Oxyuris vermicularis (Madenwurm) haben keine besondere hygienische Bedeutung.

Dagegen bietet die im Darm des Menschen schmarotzende Nematode

3. Ankylostomum duodenale (Grubenwurm)

gewerbehygienisch ein großes Interesse.

Die Männchen sind 7—11 mm, die weiblichen Parasiten 7—16 mm lang. Das Männchen ist, außer durch seine geringere Größe, durch den am hinteren Leibesende befindlichen Fortsatz (Bursa copulatrix) erkennbar. Die Eier werden bereits im mütterlichen Organismus befruchtet und zeigen daher beim Austritt schon Teilungserscheinungen (Furchungskugeln). Sie sind etwa 60 μ lang, von ovaler Form, von einer dünnen durchsichtigen Schale umgeben (Abb. 56 c).

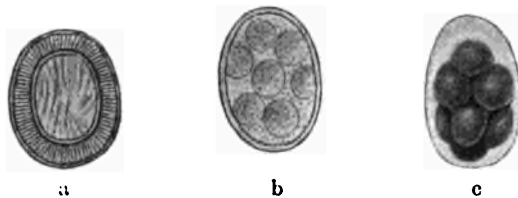


Abb. 56. Eier von Taenia solium (a), Bothriocephalus latus (b) und Ankylostomum duodenale (c). Vergr. etwa 300fach.

Mit den Fäzes der Infizierten werden die Eier ausgeschieden. Unter günstigen Bedingungen (Feuchtigkeit, Luftzutritt, Temperaturen zwischen 25—30° C) entwickeln sich aus den Eiern in einigen Tagen die als Verbreiter der Krankheit wichtigen Larven, welche zunächst nur eine Länge von unter $^1/_2$ mm besitzen und allmählich bis gegen 1 mm Länge erreichen. Die Larven sind bei zusagender Temperatur in lebhaft schlängelnder und schnellender Bewegung befindliche, aalförmige, am Hinterende in eine Spitze sich verjüngende Gebilde (Abb. 57). Nach beendigtem Längenwachstum umgibt sich die Larve mit einer futteralähnlichen Kapsel (Chitinhülle). Diese encystierten Larven sind gegen äußere Einflüsse ziemlich widerstandsfähig. Ihr Aufenthaltsort sind feuchte Erdstellen, kleine Wassertümpel usw. Arbeiter, welche mit solchen Stellen viel in Berührung kommen (Tunnelarbeiter, Ziegeleiarbeiter, Bergarbeiter), sind der Gefahr der Infektion

dann ausgesetzt, wenn durch die Ablage infektiösen Stuhles auf dem feuchten Boden die Entwicklung der in den Fäzes enthaltenden Eier zu Larven hat erfolgen können. Die Larven gelangen entweder vermittels beschmutzter Finger usw. in den Mund und die Infektion erfolgt dann unmittelbar auf dem Magendarmwege, oder die Larven bohren sich durch die Oberhaut (Loos) und gelangen von hier aus in den Darm. Hier siedeln sie sich hauptsächlich im Jejunum an. Man hat bei Autopsien bis mehrere tausend Würmer im Darm des Erkrankten gefunden. Die Parasiten nähren sich vom Blute der befallenen Personen und rufen dadurch Anämie oft schwerer Art hervor. Vielleicht sind auch toxische Substanzen wirksam. Der Tod kann als Folge völliger Entkräftung eintreten.


Abb. 57. Larve von Ankylostomum duodenale. Nach Braun und Lühe. Vergrößert etwa 220fach.

Die Parasiten wurden 1838 von Dubini zuerst gesehen. Ursprünglich hauptsächlich in Italien bekannt, trat die Anchylostomiasis epidemisch auf u. a. bei den Arbeitern, welche am Bau des Gotthardtunnels (1879) beschäftigt waren, seit 1882 auch in Deutschland, und zwar seit 1885 vornehmlich in den rheinisch-westfälischen Grubenrevieren in steigendem Maße. Für die Weiterverbreitung wichtig sind die Wurmträger, welche keine ausgesprochenen Krankheitssymptome zeigen. Im Jahre 1903 wurden fast 23 000 Bergleute als mit Ankylostomum behaftet festgestellt. Um das Studium der Entwicklung des Parasiten hat sich unter anderen Leichtenstern besonders verdient gemacht.

Die Inkubationszeit beträgt meist einige Wochen.

Die Diagnose wird gestellt durch Auffinden der Eier im Stuhlgang bei mikroskopischer Untersuchung oder besser noch durch Züchtung der Larven aus dem Stuhl und mikroskopische Beobachtung derselben.

Die Filaria medinensis und die Filaria sanguinis hominis (Bankroftii) sind Erreger gewisser im Orient und in den Tropen vorkommender Krankheiten (Guineawurm u. a.).

Die lediglich als Krankheitsüberträger in Frage kommenden Parasiten des Menschen (Insekten) sind bei den betreffenden Krankheiten und beim Kapitel Bekämpfung der Infektionskrankheiten behandelt.

V. Verhalten des Menschen gegenüber den Krankheitserregern.

Ohne spezifische Erreger kommt eine spezifische Infektion nicht zustande. Über das zeitliche und örtliche Vorkommen der in den vorhergehenden Abschnitten kurz geschilderten Krankheitserreger in der freien Natur können unsere Kenntnisse nach Lage der Dinge nur sehr lückenhaft sein. Wir werden auf diese Krankheitserreger nur aufmerksam durch die auftretenden Krankheitsfälle und können die spezifischen

Erreger dann vielfach unschwer bei dem Kranken selbst und in seiner nächsten Umgebung nachweisen. Der lebende Kranke ist die wichtigste Infektionsquelle. Daß die Erreger aber auch zu anderen Zeiten in unserer Umgebung vorhanden sind, ist sehr wahrscheinlich und die „Bazillenträger", d. h. Personen, welche den spezifischen Krankheitserreger bei sich beherbergen, ohne selbst spezifisch zu erkranken, auf welche man erst in der letzten Zeit mehr und mehr aufmerksam geworden ist, beweisen uns am schlagendsten, daß die Anwesenheit des Krankheitserregers allein nicht genügt, um eine Infektion hervorzurufen, sondern daß noch andere Bedingungen erfüllt sein müssen, damit der betreffende Mikroorganismus zum Krankheitserreger wird.

Welche Bedeutung die Bazillenträger (Keimträger) für die Ausbreitung mancher Infektionskrankheiten haben, ist bei den einzelnen Krankheiten schon berührt worden. An dieser Stelle möge zusammenfassend noch einmal auf folgendes hingewiesen werden. Gesunde Keimträger wurden zuerst 1884 von Loeffler bei der Diphtherie, 1893 von Dunbar, Koch und Pfeiffer bei der Cholera festgestellt, später dann auch bei Typhus, Paratyphus, Ruhr, Diphtherie, Meningitis, Pest, u. a. Die Dauer der Ausscheidung wechselt bei den einzelnen Personen sowohl, wie bei den einzelnen Krankheiten. Die längsten Ausscheidungszeiten sind bisher wohl bei Typhusrekonvaleszenten, namentlich weiblichen, beobachtet worden (und beim Paratyphus), nämlich auf viele Jahre hinaus; hier ist der Ansiedelungsplatz die Gallenblase; aber auch bei Ruhr, Diphtherie und Cholera sind Ausscheidungen, die über ein Jahr dauerten, wenn auch selten festzustellen gewesen. Das Gewöhnliche ist jedenfalls, daß nur einige Tage oder Wochen während der Rekonvaleszenz noch Keime gefunden werden. Von Dauerausscheidern pflegt man zu sprechen, wenn Patienten noch 10 Wochen nach Beginn der Krankheit die Infektionserreger beherbergen oder von sich geben. Solche Dauerausscheider trifft man bei Typhus, Ruhr und Diphtherie durchschnittlich in 4—5% der Fälle an, bei anderen Infektionskrankheiten ist der Prozentsatz viel niedriger. Bei gesunden Keimträgern findet man Dauerausscheidung kaum jemals, bei ihnen pflegt sich das Beherbergen der Infektionserreger nur auf wenige Tage zu erstrecken. Daß von den Keimträgern neue Infektionen ausgehen können, ist bekannt. Zuverlässige Mittel, die Krankheitserreger bei ihnen zum Verschwinden zu bringen, sind leider bisher nicht gefunden worden; auch eine gesetzliche Handhabe, um gesunde Keimträger für ihre Mitmenschen unschädlich zu machen, besteht nicht. So muß sich der Arzt meistens darauf beschränken, durch Belehrung dieser Personen und Erteilung von Vorschriften, unter welchen die Reinhaltung der Hände durch häufiges Waschen eine besondere Stelle einnimmt, die Gefahr für die Umgebung zu vermindern. Ohne Zweifel sind die Dauerausscheider mit eine der wesentlichsten Ursachen für das endemische Vorkommen vieler Infektionskrankheiten.

In jenen Fällen, in welchen die Infektionserreger mit den Darmentleerungen ausgeschieden werden, können die Aborte, namentlich die öffentlichen Bedürfnisanstalten, eine nicht zu unterschätzende Bedeutung für die Weiterverbreitung der Krankheiten haben. Es empfehlen sich daher für Spülklosetts Konstruktionen, bei welchen man die Spülung nicht durch Zug an einem Handgriff, sondern durch Druck mit dem Fuß auslöst. Auch erscheint es praktisch, Hand- und Türgriffe mit einem Stoff zu umwickeln, der durch Sublimatlösung feucht gehalten wird.

Pettenkofer nannte die Bedingungen, welche die Krankheitserreger infektionstüchtig machen, die zeitliche und örtliche Disposition. Über die Bedeutung dieser Faktoren ist viel gestritten worden und die neuere bakteriologische Richtung ist geneigt, ihr eine nur beschränkte Bedeutung zuzuerkennen, sie legt vielmehr den Hauptwert auf die durch Rasse, Gelegenheitsursachen, Beruf, Lebensweise und soziale Lage geschaffene Disposition des Individuums. Ob diese fast völlige Abkehr von Pettenkoferschen Anschauungen ganz berechtigt ist, muß dahingestellt bleiben. Die Epidemiologie des Typhus abdominalis, der Cholera asiatica, der Pest, der Diphtherie und mancher anderer Infektionskrankheiten enthält noch viele unbeantwortete Fragen, von denen

manche vielleicht noch einmal in Anlehnung an die alten Pettenkoferschen Anschauungen ihre Lösung finden werden.

Beispiele für die verschiedene natürliche Empfänglichkeit von Menschen und Tieren für die einzelnen Infektionskrankheiten sind bei der Besprechung der einzelnen Infektionskrankheiten bereits gegeben, auch die Unterschiede der angeborenen, erworbenen oder künstlich geschaffenen Immunität sind dabei häufig berührt worden. Die künstliche Immunisierung hat uns den Schlüssel zum Verständnis einer großen Reihe von Erscheinungen gegeben, jedoch nicht alle Rätsel gelöst. Die natürlichen Schutzvorrichtungen des Organismus gegen die Infektionserreger liegen nicht allein in den Körpersäften, sondern dem Eindringen der Erreger wird schon von vornherein ein mehr oder minder wirksamer äußerer Widerstand entgegengesetzt. Diese „Außenforts" sind an den verschiedenen Eintrittspforten für die Infektionserreger angeordnet.

Die natürlichen Infektionspforten sind: die äußere Haut und die Schleimhäute, der Respirationstraktus und der Intestinaltraktus.

Die völlig unverletzte äußere Haut darf im allgemeinen als ein sicherer Schutz gegen das Eindringen von Krankheitskeimen gelten. Geringe Epitheldefekte (wie sie zum Beispiel bei der Manipulation des Rasierens der Haut entstehen) vermögen indessen unter Umständen schon die Infektion zu begünstigen. Auf dem Wege der Lymphbahnen verschleppte pathogene Keime werden in den Lymphdrüsen abgefangen und auf diese Weise ihr Übertritt ins Blut, d. h. eine Allgemeininfektion verhütet (Pestbubonen, Lymphdrüsenschwellungen nach Infektion mit Eitererregern, Lymphdrüsenschwellungen der sog. Skrofulösen usw.).

Bei den Schleimhäuten liegen die Verhältnisse weniger klar. Beim Respirationstraktus haben wir zunächst in dem Flimmerepithel der Luftwege einen gewissen Schutz gegen das Eindringen kleinster Fremdkörper (Staub). Die Flimmerbewegung des Epithels ist nach außen gerichtet. Außerdem ist auch das reflektorisch ausgelöste Niesen und Husten als ein natürliches Schutzmittel gegen eine Invasion zu betrachten.

Die Empfänglichkeit der Schleimhäute kann indessen augenscheinlich schon durch relativ geringfügige Veränderungen gesteigert werden. Namentlich die Schleimhäute der Tonsillen, der Mundhöhle und des Nasenrachenraumes mit ihrem besonderen Bau und ihrem lymphatischen Charakter scheinen häufig eine Infektionspforte darzustellen. Genaueres hierüber, im besonderen über die durch sog. Erkältung geschaffene Disposition, welche die Praxis täglich zeigt, ist leider nicht bekannt.

Ein Eindringen von Bakterien in die Schleimhaut der tieferen Luftwege erscheint nur möglich bei angestrengter Inspiration und bei geöffnetem Mund, während sonst die Nasenschleimhaut die Infektionserreger größtenteils abfangen dürfte. Flügge hat nachgewiesen, daß Infektionen auf dem Wege des Respirationstraktus nicht nur durch Inhalation trockener infizierter Staubpartikel entstehen können, sondern häufiger noch durch Einatmen feinster keimhaltiger, von Kranken beim Sprechen, Niesen und Husten verstreuter Tröpfchen. Die Infektionserreger können auch vermittels des Lymphstromes zu den Bronchial- und Mediastinallymphdrüsen verschleppt und hier abgefangen werden.

Der Magendarmkanal ist bereits normalerweise mit Keimen aller Art durchsetzt, welche mit den Speisen hineingebracht werden. Im unteren Abschnitt des Magendarmkanals entwickelt sich schon kurz

nach der Geburt eine spezifische Bakterienflora. Über die Bedeutung, d. h. die Notwendigkeit der Bakterien für die normale Ernährung besteht noch kein volles Einvernehmen. Während die Versuche von Nutall und Thierfelder an steril geborenen und aufgefütterten Meerschweinchen zweifelhafte Ergebnisse hatten, glaubte Schottelius aus ähnlichen Versuchen an Küken die Notwendigkeit der Gegenwart einer Bakterienflora ableiten zu sollen. Im Widerspruch hiermit stehen Küsters Versuche an keimfrei aufgezogenen Ziegenlämmern. Die Darmschleimhaut ist normalerweise für Bakterien undurchlässig, nur bei saugenden Tieren nicht. Es kommt daher nur unter besonderen Verhältnissen, welche noch der Aufklärung bedürftig sind, zu einer Infektion vom Darm aus, sei es durch den normalen Darmbewohner, das Bact. coli (meist nur sekundär) oder andere, spezifische Darmerkrankungen herbeiführende Mikroben. Auch hier bilden vielleicht die lymphatischen Apparate bisweilen die Eingangspforte für die Infektion. Bei krankhafter Veränderung der Darmschleimhaut kann ein Eindringen von Bakterien in die Blutbahn vom Darm aus leichter erfolgen.

Die bakterizide Wirkung des salzsäurehaltigen Magensaftes ist zweifellos häufig als Schutzvorrichtung anzusehen, namentlich gegen eine Infektion mit sehr säureempfindlichen Mikroorganismen (V. Cholerae asiat.). Nach Scheer tötet normaler Magensaft des Menschen Typhus-, Paratyphus-B, Y-, Flexner- und Shiga-Kruse-Bazillen in 2 Minuten ab. Auch die in den Darm abgesonderten Sekrete (Darmsaft, Galle, pankreatischer Saft) dürften nicht ohne Einfluß auf manche Infektionserreger sein.

Für das Zustandekommen einer Infektion werden noch folgende Momente als bedeutungsvoll erachtet:

1. Die Menge der Infektionserreger und die Häufigkeit ihres Angriffs (vgl. das Kapitel Tuberkulose). Selbst bei für eine Krankheit wenig empfänglichen Tieren gelingt es, durch Übertragung der Infektionserreger in Massen die natürliche Immunität zu brechen.

2. Hochvirulente Bakterien vermögen leichter in den Organismus einzubrechen als schwachvirulente. Die Ursache der schwankenden Virulenz ist zur Zeit aber noch nicht genau zu erklären.

3. Der Ort des Einfalls der Krankheitserreger ist für das Zustandekommen der Infektion insofern von Bedeutung, als eine Reihe von pathogenen Bakterien nur auf einem Wege einzudringen vermag, so z. B. der Choleravibrio nur durch den Verdauungstraktus. Bei der Infektion mit Wutgift, welches eine besonders große Affinität zum Zentralnervensystem hat, sind die Infektionen (Bißwunden) prognostisch am ungünstigsten, welche am Kopf, d. h. in der Nähe des Nervenzentrums erfolgen.

4. Erfahrung und zum Teil auch das Tierexperiment haben ferner gezeigt, daß gewisse Einflüsse die Empfänglichkeit für die Infektion steigern. Hierhin gehören:

a) Abkühlung des Organismus.

b) Überanstrengungen des Körpers.

c) Hunger.

d) Gewisse Intoxikationen, darunter wahrscheinlich die chronische Alkoholvergiftung.

5. Unsauberkeit, insofern sie die Einnistung krankheitsübertragender Insekten ermöglicht. Verschleppung von Infektionsstoffen durch Insekten (z. B. des Typhusbazillus durch Fliegen) kann ebenfalls in Frage kommen.

6. Verdauungsstörungen, welche die desinfizierende Wirkung der Verdauungssäfte schwächen oder aufheben; Katarrhe (Schleimsekretion) in dem Respirationstraktus, durch welche die Tätigkeit der Flimmerzellen behindert wird.

7. Misch- und Sekundärinfektionen, bei welchen ein Mikroorganismus dem Eindringen des andern die Wege ebnet (Streptokokken bei Typhus, Diphtherie, Scharlach usw.; aerobe Saprophyten bei Tetanus). Ob der Antagonismus mancher Bakterienarten gegeneinander (z. B. des Milzbrandbazillus gegen den Streptococcus pyogenes) unter natürlichen Verhältnissen eine Rolle spielt, muß eine offene Frage bleiben.

Über die Mittel des tierischen und menschlichen Körpers, pathogene Organismen innerhalb des Organismus unschädlich zu machen, ist oben das Nötige gesagt worden.

Trotzdem also der Körper über nach Art und Intensität wechselnde Schutzmaßregeln gegen pathogene Mikroorganismen verfügt, kann die Bekämpfung der Infektionskrankheiten sich auf diese natürlichen Mittel nicht beschränken, vielmehr müssen wir die Infektionserreger, ohne welche es eine Infektion nicht gibt, wo wir sie antreffen oder wo wir ihre Anwesenheit vermuten, im gegebenen Fall zu vernichten trachten.

VI. Bekämpfung der Infektionskrankheiten.

A. Desinfektion.

Die Krankheitserreger können durch bestimmte Mittel mechanisch entfernt, in ihrer Entwicklung gehemmt und abgetötet werden. Die angewandten Mittel sind teils physikalischer, teils chemischer Natur. Eine biologische Desinfektion in dem Sinne, daß nichtpathogene Saprophyten pathogene Organismen überwuchern oder Protozoen Bakterien „fressen“, kommt zwar in der Natur und bei der Herstellung mancher Nahrungsmittel (Milchsäuerung, Käsereifung usw.) vor, künstlich wird sie aber kaum angewendet.

Die mechanische Entfernung ist keine Desinfektion im engeren Sinne, sie ist aber als vorbereitende und unterstützende Maßnahme von erheblichem Werte.

Die Entwicklungshemmung ist ein Erfolg, der uns wohl bei der Konservierung von Nahrungsmitteln befriedigen kann, nicht aber bei der Bekämpfung von Krankheitserregern. Hier werden nur diejenigen Methoden am Platze sein, welche entweder eine Vernichtung wenigstens der pathogenen Mikroorganismen (Desinfektion [1])) gewährleisten oder die eine Vernichtung aller Mikroorganismen (Sterilisation [2])) herbeiführen. Das letztere Mittel ist also das weitergehende, da ja unter den saprophytischen Bakterien sich weit mehr sporenbildende, d. h. besonders widerstandsfähige Keime befinden, als unter den pathogenen.

---

[1]) Inficere = anstecken, verseuchen; desinficere = entseuchen.
[2]) Sterilis = unfruchtbar, keimunfähig.

1. Physikalische Mittel.

Von physikalischen Mitteln sind unverwendbar Druck und Kälte sowie die unmittelbare Einwirkung elektrischer Ströme, verwertbar dagegen Austrocknung, strahlende Energie und erhöhte Temperaturen.

a) Austrocknung.

Wenn im einzelnen auch schwankend, kann der Wassergehalt der vegetativen Bakterienformen doch im Mittel auf etwa 80% veranschlagt werden. Es ist daher einleuchtend, daß eine starke Wasserentziehung die Bakterienzelle zum Absterben bringen muß. Diejenigen Keime, welche gegen Austrocknung minder empfindlich sind, sind augenscheinlich gegen Wasserverluste besonders geschützt; so dürfte z. B. die den Tuberkelbazillus umgebende Wachshülle mit ein Grund dafür sein, daß dieser Keim sich auch im angetrockneten Zustand längere Zeit lebend erhält. Nach den Angaben verschiedener Autoren gehen z. B. Choleravibrionen und Pestbazillen beim Eintrocknen an der Luft meist in wenigen Tagen, der Typhus- und der Diphtheriebazillus dagegen erst in einigen Tagen bis Wochen zugrunde. Allgemein gültige Zahlen lassen sich nicht angeben. Rasch vernichtend scheinen starke Feuchtigkeitsschwankungen der Luft zu wirken.

Sehr widerstandsfähig gegen das Eintrocknen sind dagegen die Sporen der Bakterien. Sie bleiben trotz vollständigen Wassermangels gewöhnlich Jahre hindurch keimfähig.

b) Belichtung.

Das Licht ist bakterienfeindlich. — Die Ätherwellen ordnen sich ihrer Wellenlänge nach bekanntlich in eine Reihe, an deren einem Ende die elektrischen Wellen stehen, auf der anderen die ultravioletten Strahlen (vgl. S. 324). Die ultravioletten Strahlen beginnen etwa abwärts der Wellenlänge 360 $\mu\mu$. Das äußerste sichtbare Rot hat eine Wellenlänge von etwa 810 $\mu\mu$. Sommerliches Sonnenlicht tötet Bakterien schon nach 1—2stündiger Bestrahlung, oft auch noch in weit kürzerer Zeit, soweit es sich nicht um Bakteriensporen handelt. Die Wirkung des diffusen Tageslichtes ist natürlich wesentlich schwächer, aber immerhin bemerkenswert. Auch dem elektrischen Bogenlicht kommen bakterizide Eigenschaften zu. Der Teil des Lichtes, welcher diese Eigenschaften ausübt, ist der ultraviolette Teil des Spektrums, d. h. Licht unter 360 $\mu\mu$ Wellenlänge; besonders wirksam sollen die Strahlen mit einer Wellenlänge von etwa 320—220 $\mu\mu$ sein. Da aber die Atmosphäre und das gewöhnliche Glas die ultravioletten Strahlen zum größten Teil absorbieren — gewöhnliches Glas läßt nur noch Strahlen über 340 $\mu\mu$ durch, Jenaer Ultraviolettkron über 300 μ, geschmolzener Quarz dagegen über 200 $\mu\mu$ — so kommen diese Strahlen gewöhnlich nur sehr unvollkommen zur Wirkung (Fenster, Glasbehälter). Über die Wirkung der Röntgenstrahlen auf Bakterien gehen die Ansichten noch nicht überein, Radiumstrahlen hemmen die Entwicklung der Bakterien.

c) Erhöhung der Temperatur.

Hervorragend antibakteriell wirkt bekanntlich Wärme höherer Grade, zumal bei Gegenwart von Wasserdampf. Die Wirkung trockener Hitze ist weit geringer.

Wie bei einzelnen pathogenen Bakterien schon bemerkt worden ist, werden die vegetativen Formen meist schon durch feuchte Wärme von 60—70°, wenn sie 20—30 Minuten einwirkt, abgetötet. Bedeutend widerstandsfähiger sind dagegen die Sporen, welche durch diese Temperaturen noch nicht in ihrer Lebensfähigkeit beeinflußt zu werden pflegen. Zu ihrer Vernichtung muß man Temperaturen von 100° und mehr anwenden.

In kochendem Wasser gehen Sporen derjenigen Krankheitserreger, die für den Menschen in Betracht kommen, in 2—15 Minuten zugrunde. Die gleiche Wirkung hat gesättigter Wasserdampf von 100°.

Dagegen müssen zur Abtötung von Sporen mittels trockener Hitze Temperaturen von mindestens 140° C 1 Stunde hindurch einwirken. Bei 160°—180° kann die Dauer auf $^1/_2$ Stunde beschränkt werden.

Bei allen Desinfektionsmaßnahmen ist zu bedenken, daß sowohl Dampf wie trockene Wärme verhältnismäßig langsam in größere kompakte Objekte eindringen. Bei porösen Objekten ist im übrigen das Eindringungsvermögen des Dampfes weit größer, als das der trockenen Wärme.

Bei der Desinfektion mit Wasserdampf ist dessen Beschaffenheit für den Effekt der Desinfektion von großer Bedeutung. Zunächst wird seine Desinfektionskraft durch Beimischung von Luft erheblich herabgesetzt. Es ist daher wichtig, daß aus Dampfdesinfektionsapparaten die Luft durch den Dampf völlig verdrängt wird. Da der Wasserdampf erheblich leichter ist als die Luft, so sammelt er sich in einem Dampfentwickler im oberen Teil an, die schwerere Luft unten. Um letztere völlig zu entfernen, muß ihr daher am tiefsten Punkt der Apparatur Gelegenheit zum Abströmen gegeben werden.

Von gleich mangelhafter Wirkung wie lufthaltiger Dampf ist überhitzter, ungesättigter Dampf, welcher entsteht, wenn man gesättigten Dampf von 100° durch ein höher temperiertes trockenes Gefäß streichen läßt. Gesteigert wird dagegen die Desinfektionskraft, wenn die Dampfentwicklung unter höherem als normalem Atmosphärendrucke stattfindet, wenn es sich also um sog. gespannten Dampf handelt.

Die Beziehung zwischen Dampfdruck und Temperatur ergibt folgende Tabelle:

Die Siedetemperatur des Wassers beträgt ° C	bei einem Druck von mm Quecksilber	entsprechend einem Druck von rund...Atmosphären
120	1491	2,0
115	1269	1,6
110	1075	1,4
105	906	1,2
100	760	1,0
95	634	0,8
90	526	0,7
85	434	0,6
80	356	0,5
70	234	0,3
60	149	0,2

Zur Anwendung der Dampfdesinfektion bedarf es besonders konstruierter Apparate.

Kleine Apparate einfacher Art (Kochscher Dampftopf und ähnliche) dienen zur Sterilisierung von Verbandzeug, bakteriologischer Nährlösungen usw.

Im Großbetriebe, d. h. zur Desinfektion von Wäsche, Kleidung, Betten u. dgl. werden geräumige, zylindrische, ovale oder rechteckige, meist liegende Behälter derartig eingebaut, daß die mit Türen oder Deckeln verschließbaren Beschickungs- und Entleerungsöffnungen in verschiedenen, durch eine feste Wand getrennten Räumen liegen. Es wird auf diese Weise eine sog. „reine" und „unreine" Seite geschaffen, die, wie die Abb. 58 zeigt, nur mittelbar (durch einen Klosett- und Baderaum) in Verbindung stehen. Die infizierten Gegenstände werden auf der unreinen Seite angefahren, der Apparat mit ihnen beschickt. Nach beendigter Desinfektion wird der Apparat auf der reinen Seite entleert. Der Baderaum dient dem mit der Desinfektion beauftragten Personal zu gründlicher Reinigung.

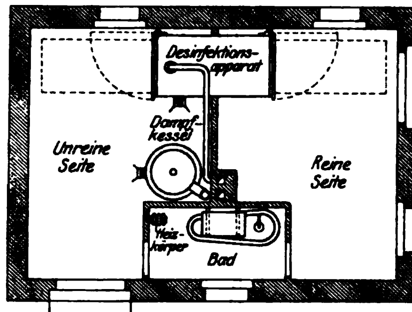


Abb. 58. Dampf-Desinfektionsanstalt. (Deutsche Desinfektions-Zentrale.)

Bevor man den Dampf auf die zu desinfizierenden Objekte einwirken läßt, wärmt man sie auf trockenem Wege vor. In gleicher Weise wird am Schluß der Desinfektion mit trockener Luft die Feuchtigkeit bei gleichzeitiger Ventilation des Raumes beseitigt. Um beides zu erreichen, leitet man den Dampf durch Heizschlangen u. dgl., ehe man ihn frei einströmen läßt, bzw. nachdem man die unmittelbare Einleitung unterbrochen hat. Leitet man Dampf in trockene hygroskopische Körper (z. B. Wolle) ein, so wird das kondensierte Wasser hygroskopisch gebunden. Hierbei wird so viel Wärme gebildet, daß die Temperatur solcher Körper erheblich über die Dampftemperatur steigen kann (Rubner).

Um eine Kontrolle darüber zu haben, daß die gewünschte Temperatur auch im Innern der oft recht kompakten zu desinfizierenden Stücke erreicht und erhalten wird, werden Instrumente in das Desinfektionsgut eingelegt, welche selbsttätig anzeigen, wann die gewünschte Dampftemperatur im Innern erreicht ist (Signalthermometer mit elektrischem Läutewerk, Maximalthermometer nach Kunow, oder bei 100° schmelzende Legierungen, die mit elektrischem Läutewerk verbunden sind). Erst von dem Augenblick an, in welchem das Signal ertönt, wird die anzuwendende Desinfektionszeit, meist 15—20 Minuten für strömenden Dampf bei normalem Atmosphärendruck, gerechnet. Kommt es nur darauf an, festzustellen, daß im Innern eines zu desinfizierenden Objektes die gewünschte Temperatur überhaupt erreicht worden ist, so genügen einfachere Apparate, so z. B. Maximalthermometer beliebiger Konstruktion, mit Phenanthren gefüllte Kontrollröhrchen (Sticher) usw. Die in gewissen Zwischenräumen vorzunehmende fachmännische Prüfung der Desinfektionsapparate erfolgt mit Hilfe bakteriologischer Methoden unter Anwendung von Testbakterien, d. h. mit Milzbrandsporen oder ähnlich resistenten Keimen imprägnierten Seidenfäden.

Für gewöhnlich benutzt man zu Desinfektionszwecken den gesättigten strömenden Dampf von 100° oder einen schwach gespannten Dampf von 0,15—0,2 Atmosphärenüberdruck (etwa 105°). Apparate mit einem Dampfdruck von 2—3 Atmosphären sind weniger gebräuchlich. Für bakteriologische Arbeiten benutzt man indessen im sog. Autoklaven noch höher gespannten Dampf.

Die Dampfdesinfektion wird hauptsächlich angewendet zur Desinfektion von Betten, Wäsche, Kleidern, Decken usw.; nicht anwendbar ist sie in der bisher beschriebenen Form zur Desinfektion von Leder-

waren (Schuhen), Pelzwaren, Büchern und empfindlichen Gegenständen überhaupt.

Leder und Bücher lassen sich im Trockenschrank bei 70—80° ohne Schaden desinfizieren, nur muß die heiße Luft so lange (bis zu 48 Stunden!) einwirken, daß das Verfahren praktisch nicht immer durchführbar ist. Man benutzt daher besser in solchen Fällen strömenden Dampf von niederer Temperatur, indem man im Apparat ein Vakuum erzeugt und aufrecht erhält. Bleibt die Temperatur unter 50°, so können die eben genannten Gegenstände unbedenklich der Dampfdesinfektion ausgesetzt werden.

Da die Desinfektionskraft eines Dampfes von 50° aber unzulänglich ist, hat man seine desinfizierende Kraft erhöht durch Zugabe von Formaldehyddämpfen (Rubner, Kister und Trautmann).



Abb. 59. Rubner-Universal-Desinfektionsapparat (Lautenschläger-Berlin).

Ein sehr brauchbarer Desinfektionsapparat dieser Art ist der Universaldampfdesinfektionsapparat nach Rubner, welchen die Firma F. und M. Lautenschläger-Berlin herstellt (Abb. 59). Mit diesem Apparat, welcher im wesentlichen aus dem eigentlichen Desinfektionsraum, einer Kolbenluftpumpe und einem mit 8%iger Formalinlösung (s. u.) gefüllten Gefäß zur Entwicklung der Formaldehyddämpfe besteht, läßt sich sowohl die Dampfdesinfektion mit und ohne Überdruck als auch mit Unterdruck unter gleichzeitiger Zuführung von Formaldehyddämpfen ausführen. Die Vakuumpumpe zieht in diesem Falle einen dauernden formaldehydhaltigen Dampfstrom niedriger Temperatur (man kann bis auf 50° herunter gehen) durch den Apparat. Das verdampfte Formalin wird abgefangen und kann von neuem verwertet werden. Diese Apparate eignen sich aber nur für große Betriebe, denn ihr richtiges Arbeiten kann nur von einem besonders geschulten Personal gewährleistet werden, deshalb werden neuerdings auch Apparate für die kombinierte Formaldehyd-Wasserdampfdesinfektion ohne Vakuum von der Firma R. A. Hartmann-Berlin gebaut, in welchem die Einhaltung der niedrigen Temperatur auf anderem Wege erzielt wird und deren Inganghaltung keine Schwierigkeiten macht.

Bei diesen Apparaten hat die doppelwandige schmiedeeiserne Desinfektionskammer einen Wassermantel, der bei der Formaldehyddesinfektion das Innere des Apparates auf die Temperatur von 50—60° vorwärmt. Nachdem die Temperatur im Innern erreicht ist, wird der mit Gas oder auf andere Weise beheizte Formaldehydentwickler angestellt. Die darin entwickelten Dämpfe werden in die Kammer geleitet und bleiben darin. Eine Absaugung der Dämpfe wird nicht vorgenommen. Nach 2—3stündiger Einwirkung ist die Desinfektion vollendet, die Kammer wird ventiliert und die Desinfektionsobjekte entnommen. Für die gewöhnliche Dampfdesinfektion bei einer Temperatur von 105° wird der Dampf

dem Heizmantel entnommen, der gleichzeitig als Vorwärmung und Nachtrocknungsvorrichtung dient.

Bisweilen ist man gezwungen, Dampf-Desinfektionsapparate zu improvisieren.

Als Dampferzeuger kommen dabei Lokomobilen, Dampfkessel in Fabriken, Waschkessel, als Aufnahmeraum für das Desinfektionsgut Fässer, Holzkästen, geschlossene Güterwagen u. dgl. in Frage. Die Kontrolle der erreichten Temperaturen durch Thermometer ist hier besonders unerläßlich.

Zur Prüfung der Dampfdesinfektionsapparate sind besondere Anweisungen erlassen worden (z. B. vom preuß. Kriegsministerium im Jahre 1907, in Bayern unter dem 30. Jan. 1914). Zur Beurteilung der Wirkung der Apparate werden, nachdem der äußere Zustand des Apparates, die Art der Dampferzeugung, die Druck- und Temperaturverhältnisse usw. festgestellt worden sind, wie oben schon erwähnt, Milzbrandsporen benutzt, welche an Seidenfäden angetrocknet sind. Wegen der Ausführung dieser bakteriologischen Prüfung vgl. das Kapitel Untersuchungsmethoden.

Für gewöhnlich tritt an Stelle der zeitweisen genauen bakteriologischen Untersuchung die oben schon erwähnte Kontrolle durch Thermometer, Manometer, Signalpyrometer und Sticherche Phenantrenröhrchen.

2. Chemische Mittel.

Die Vernichtung der Bakterienzellen durch thermische Einflüsse, verbunden mit einer irreversiblen Zustandsänderung, nämlich der Eiweißkoagulation ist leichter verständlich als die Hemmung und Zerstörung des Bakterienlebens durch Eingriffe chemischer Art, bei welchen es unter Umständen zu reversiblen Gleichgewichtszuständen kommen kann. Eine einheitliche Deutung der chemischen Desinfektionsvorgänge ist mithin zur Zeit noch nicht möglich. Zwischen den antibakteriell und toxisch auf den Menschen wirkenden Stoffen besteht eine gewisse Beziehung der Art, daß diejenigen, welche die Bakterienzelle abtöten, auch meistens für die Zellen des menschlichen Körpers nicht indifferent sind, ein Umstand, der die Behandlung der menschlichen Infektionskrankheiten durch eine „innere Desinfektion“ außerordentlich erschwert.

Die Anschauung, daß die Einwirkung chemischer Desinfektionsmittel auf die Krankheitserreger ein einfacher chemischer Vorgang nach Art einer monomolekularen Reaktion ist, läßt sich nicht aufrechterhalten, wenn schon mancherlei Ähnlichkeiten zwischen beiden Vorgängen (z. B. der desinfektionssteigernde Effekt höherer Temperaturen) bestehen. Man wird sich die Wirkung der chemischen Desinfektionsmittel im großen und ganzen so vorzustellen haben, daß sie zunächst von der Bakterienzelle adsorbiert werden und dann in sie hineindiffundieren. Ob sie dann vom Zellinhalt lediglich gelöst oder chemisch gebunden werden, hängt von der Natur des jeweils angewendeten Mittels ab.

Für eine Reihe von Desinfektionsmitteln, z. B. Salzsäure, Sublimat, Formaldehyd hat man nachweisen können, daß ihre desinfizierende Wirkung in wäßriger Lösung der Konzentration einfach proportional ist, bei anderen Mitteln, z. B. dem Phenol liegen die Verhältnisse wieder anders. Daß Erhöhung der Temperatur des Desinfektionsmittels die Wirkung steigert — aber wieder in verschiedenem Maße bei den einzelnen Stoffen — ist soeben schon gesagt worden. Nimmt man hinzu, daß die Resistenz der Infektionserreger gegenüber chemischen Einflüssen wechselnd und ungleich ist, so ergibt sich, daß eine große Variabilität in den Desinfektionserfolgen bestehen muß und daß ein Vergleich und die Aufstellung allgemein gültiger Regeln schwer ist.

Aus praktischen Gründen ist es noch immer ratsam, die Desinfektionsmittel nach ihrer chemischen Natur und nicht nach ihrem biologischen Verhalten einzuteilen, also in anorganische und organische. Unter den ersteren sind zu nennen: Oxydationsmittel, wie Kaliumpermanganat, Ozon und Wasserstoffsuperoxyd; freie Halogene, im besonderen Chlor; Säuren, besonders Salzsäure, schweflige Säure und Schwefelsäure; Alkalien wie Ätzkalk und Natronlauge; ferner die Schwermetallsalze. Eine Desinfektionskraft entfalten die genannten Stoffe vorzugsweise in wäßriger Lösung. Bei allen Elektrolyten ist die Desinfektionswirkung, wenn auch nicht allein, so doch sehr erheblich von dem Grade ihrer Dissoziation abhängig, bei den Säuren also von der Wasserstoffionen- und bei den Alkalien von der Hydroxylionenkonzentration. Die spezifische Eigenart der Ionen darf darüber aber nicht unberücksichtigt bleiben. So kommt bei den Kationen dem Quecksilber, bei den Anionen dem Chlor eine besondere Wirksamkeit zu. Die starke Verwandtschaft, welche die Schwermetallsalze zu den Eiweißstoffen haben (Bindung und Ausfällung) bringt es mit sich, daß in eiweißhaltigen Lösungen ihre Desinfektionskraft vermindert ist.

Von den organischen Desinfektionsmitteln stammen die wichtigsten wie die Phenole aus der Reihe der isocyklischen (aromatischen) Verbindungen; von aliphatischen Verbindungen sind zu nennen Alkohole, Aldehyde (Formaldehyd) und Säuren. Die organischen Säuren sind im allgemeinen nur schwach dissoziiert. Vorwiegend sind also in diesem Falle die nicht dissoziierten Moleküle Träger der Desinfektionswirkung. Das gleiche gilt übrigens auch für das Phenol.

In der allgemeinen Desinfektionsanweisung für gemeingefährliche Krankheiten vom 11. April 1907, welche auch in die Ausführungsbestimmungen zu dem preußischen Gesetze, betreffend die Bekämpfung übertragbarer Krankheiten vom 28. August 1905 aufgenommen worden ist, werden nur Kresolwasser, Karbolsäurelösung, Sublimatlösung, Kalkmilch, Chlorkalkmilch und Formaldehyd aufgeführt. Ihre Zubereitung wird wie folgt beschrieben.

1. Verdünntes Kresolwasser[1] (2,5 %ig). Zur Herstellung werden entweder 50 ccm Kresolseifenlösung (Liquor Cresoli saponatus des Arzneibuchs für das Deutsche Reich) oder 1/2 Liter Kresolwasser (Aqua cresolica des D.A.B.) mit Wasser zu 1 Liter Desinfektionsflüssigkeit aufgefüllt und gut durchgemischt.

2. Karbolsäurelösung[2] (etwa 3%ig). 30 ccm verflüssigte Karbolsäure (Acidum carbolicum liquefactum des D.A.B.) werden mit Wasser zu 1 Liter Desinfektionsflüssigkeit aufgefüllt und gut durchgemischt.

3. Sublimatlösung[3] (1/10 %ig). Zur Herstellung werden von den käuflichen, rosa gefärbten Sublimatpastillen (Pastilli Hydrargyri bichlorati des D.A.B.) entweder 1 Pastille zu 1 g oder 2 Pastillen zu je 1/2 g in 1 l Wasser aufgelöst.

---

[1] Liq. Cresoli sapon. enthält etwa 50% rohes Kresol, daneben Kaliseife und Alkohol. Man kann mit Kresolwasser fast sämtliche Gegenstände ohne Schaden desinfizieren, doch stört sein penetranter Geruch. Roh-Kresol ist m-Kresol ($C_6H_4(CH_3)OH$).

[2] Phenol, $C_6H_5(OH)$, ohne Vorzüge vor dem Kresolwasser.

[3] Das Sublimat (Quecksilberchlorid, $HgCl_2$) kommt fast ausschließlich in Pastillenform zu Desinfektionszwecken in den Verkehr. Es ist stark giftig, farb- und geruchlos. Der Farblosigkeit wegen werden die Pastillen, um sie kenntlich zu machen, mit einem Teerfarbstoff (rot) gefärbt. Sie bestehen aus gleichen Teilen Quecksilberchlorid und Kochsalz. Letzteres wird zugesetzt zur Verhütung der Bildung eines Quecksilberalbuminatniederschlages in eiweißhaltigen Flüssigkeiten. Sublimat greift Haut und Metalle stark an.

4. Kalkmilch. Frisch gebrannter Kalk [1]) wird unzerkleinert in ein geräumiges Gefäß gelegt und mit Wasser (etwa der halben Menge des Kalkes) gleichmäßig besprengt; er zerfällt hierbei unter starker Erwärmung und unter Aufblähen zu Kalkpulver.

Die Kalkmilch wird bereitet indem zu je 1 l Kalkpulver allmählich unter starkem Rühren 3 l Wasser hinzugesetzt werden. Falls frisch gebrannter Kalk nicht zur Verfügung steht, kann die Kalkmilch auch durch Anrühren von je 1 l gelöschten Kalkes, wie er in einer Kalkgrube vorhanden ist, mit 3 l Wasser bereitet werden. Jedoch ist darauf zu achten, daß in diesen Fällen die oberste, durch den Einfluß der Luft veränderte Kalkschicht vorher beseitigt wird.

Die Kalkmilch ist vor dem Gebrauch umzuschütteln oder umzurühren.

5. Chlorkalkmilch wird aus Chlorkalk [2]) (Calcaria chlorata des D.A.B.), der in dicht geschlossenen Gefäßen vor Licht geschützt aufbewahrt war und stechenden Chlorgeruch besitzen soll, in der Weise hergestellt, daß zu 1 l Chlorkalk allmählich unter stetem Rühren 5 l Wasser hinzugesetzt werden. Chlorkalkmilch ist jedesmal vor dem Gebrauche frisch zu bereiten.

6. Formaldehyd [3]). Formaldehyd ist ein stechend riechendes, auf die Schleimhaut der Luftwege, der Nase und der Augen reizend wirkendes Gas, das in etwa 35%iger wäßriger Lösung (Formaldehyd solutus des D.A.B.) käuflich ist. Die Formaldehydlösung ist gut verschlossen und vor Licht geschützt aufzubewahren. Formaldehydlösung, in welcher sich eine weiße, weiche, flockige Masse, die sich bei vorsichtigem Erwärmen nicht auflöst (Paraformaldehyd) abgeschieden hat, ist weniger wirksam, unter Umständen sogar vollkommen unwirksam und daher für Desinfektionszwecke nicht mehr zu benutzen.

Formaldehyd kommt zur Anwendung:

a) entweder in Dampfform; zu diesem Zwecke wird die käufliche Formaldehydlösung in geeigneten Apparaten (s. u.) mit Wasser verdampft oder zerstäubt oder das Formaldehydgas durch ein anderes erprobtes Verfahren entwickelt;

b) oder in wäßriger Lösung (etwa 1%ig). Zur Herstellung werden 30 ccm der käuflichen Formaldehydlösung mit Wasser zu 1 l Desinfektionsflüssigkeit aufgefüllt und gut durchgemischt.

Von sonstigen chemischen, amtlich empfohlenen Desinfektionsmitteln ist noch die Soda (Natriumkarbonat, Na_2CO_3) zu nennen, welche dem Wasser, in dem Gegenstände zwecks Desinfektion ausgekocht werden sollen, in Mengen von 1—2% (etwa eine Hand voll auf 1 l Wasser) zugesetzt werden kann.

Der Zusatz wirkt nicht wesentlich desinfektionserhöhend, sondern bewirkt nur eine bessere Reinigung fetthaltiger Gegenstände.

Die genannten Desinfektionsmittel sind nicht beliebig zu verwenden, sondern je nach Lage des Falles.

Kresolwasser ist, sofern sein Geruch nicht stört, überall anwendbar, doch bevorzugt man zur Desinfektion von Schmutz- und Badewässern Kalkmilch oder Chlorkalkmilch.

Für die Karbolsäure gilt das gleiche.

Sublimatlösung empfiehlt sich nicht zur Desinfektion stark eiweißhaltigen Materials, es ist unbrauchbar zur Desinfektion metallener Gegenstände.

Kalkmilch und Chlorkalkmilch wird hauptsächlich benutzt zur Desinfektion von Schmutzwässern und Stuhlgang. Es muß soviel zugefügt werden, daß die Mischung stark alkalisch auf rotes Lackmuspapier reagiert oder stark nach Chlor riecht.

1%ige Formaldehydlösung dient hauptsächlich zur Desinfektion von solchen Geräten, welche das Auskochen nicht vertragen (Messer, Gabeln, Möbel, Polster usw.).

---

[1]) Ätzkalk, CaO gibt gelöscht Kalkhydrat $Ca(OH)_2$, in Wasser schwer löslich, durch Kohlensäure in kohlensauren Kalk $CaCO_3$ übergehend. Die wäßrige Lösung reagiert stark alkalisch (Bläuung von rotem Lackmuspapier).

[2]) Mischung aus Calciumchlorid und Calciumhypochlorit. Gehalt soll mindestens 25% wirksames Chlor betragen. In Wasser nur teilweise löslich. Wäßrige Lösung bläut und bleicht Lackmuspapier.

[3]) HCHO. Die wäßrige Lösung enthält wechselnde Mengen Methylalkohol.

Soda dient zur Unterstützung der Desinfektion fettig-schmutziger Gegenstände.

Um sicher zu gehen, daß eine Desinfektion auch wirklich erreicht wird, läßt man die obengenannten Desinfektionslösungen möglichst lange einwirken. Als Mindesteinwirkungszeit wird meist 2 Stunden angegeben, für die Formalinlösung 1 Stunde.

Über sonstige, in der Desinfektionsanweisung nicht aufgeführte Mittel ist folgendes zu sagen:

Einigen Metallen und Metallegierungen, wie Kupfer, Messing, Silber und Gold kommen zweifellos antibakterielle Eigenschaften zu. Durch das Hineinstellen einer Kupferplatte in keimhaltige Flüssigkeiten kann man z. B. in verhältnismäßig kurzer Zeit die vegetativen Formen der meisten Bakterien vernichten. Die Wirkung ist allerdings abhängig von der Beschaffenheit der Flüssigkeit, namentlich auch von ihrem Gehalt an gelösten Gasen, die die Löslichkeit des Kupfers beeinflussen. Daß Türgriffe und Handgriffe an dem öffentlichen Verkehr dienenden Gebäuden und Beförderungsmitteln aus Messing bestehen, ist nicht nur des guten Aussehens wegen zu begrüßen, sondern auch von hygienischen Gesichtspunkten aus, da Krankheitserreger an ihnen bald absterben. Außer dem Quecksilberchlorid spielen Metallsalze als Desinfektionsmittel nur eine geringe Rolle, höchstens therapeutisch kommen sie zur Verwendung (Silberverbindungen). Die starken Mineralsäuren können wegen ihrer sonstigen zerstörenden Eigenschaften nur selten Anwendung finden. Von den nicht gasförmigen Oxydationsmitteln ist das Wasserstoffsuperoxyd, das sowohl in 3%iger als auch in 30%iger Lösung (Perhydrol) in den Handel kommt, brauchbar. Seine Desinfektionswirkung wird aber durch verschiedene Faktoren (Reaktion, Temperatur usw.) stark beeinflußt.

An Stelle des Kresols und der Karbolsäure sind eine Reihe von Desinfektionsmitteln empfohlen worden, die den Kresolen nahestehen.

Die Kresole sind Phenol, bei welchem ein Wasserstoffatom durch eine Methylgruppe ersetzt worden ist. Ihre allgemeine Formel ist $C_6H_4(OH)(CH_3)$. Von ihren drei Isomeren ist wahrscheinlich die Metaverbindung die am stärksten wirksame. Rohkresol (Trikresol) ist ein Gemisch von allen drei Verbindungen. Durch Einführung von Halogenen in den Phenolkern des Kresols wird die Desinfektionskraft erhöht. Ein solches Produkt ist z. B. das Chlor-m-Kresol, $C_6H_3(CH_3)(OH)Cl$. Eine 50%ige Lösung des Chlor-Meta-Kresols in rizinolsaurem Kalium kommt als ziemlich ungiftiges, gut wirkendes, fast geruchloses Desinfektionsmittel unter dem Namen „Phobrol" in den Handel; ähnliche Eigenschaften hat ein komplexes Chlorkresol-Alkalisalz in Tablettenform mit dem Namen „Grotan". „Sagrotan" besteht aus Grotan und Chlorxylenol. Das „Phobrol" wird in 1 bis 2%iger, das „Grotan" in 0,3%iger, das „Sagrotan" in 0,5—1%iger Lösung verwendet.

Lysol ist eine Lösung von Alkaliverbindungen der Phenole in Seifen, entspricht also im wesentlichen der Kresolseifenlösung des Arzneibuchs. Anstatt durch Seife wird das Kresol in dem sog. „Kresotinkresol" durch kresotinsaures Natrium in Lösung gehalten. Die Kresole lassen sich auch durch Schwefelsäure in Lösung bringen. Die Kresolschwefelsäure (1 Vol. Rohkresol + $^1/_2$ Vol. roher Schwefelsäure) wird in 3%iger Lösung z. B. zur Desinfektion von Viehwagen gebraucht. Verbindungen des Kresols mit Oxalsäure sind unter dem Namen „Phenostal" im Handel. Diese Beispiele mögen genügen.

Die Salicylsäure, ein sehr schwaches Desinfektionsmittel, unterscheidet sich vom Kresol in ihrer Formel dadurch, daß statt der Methylgruppe eine Karboxylgruppe steht: $C_6H_4(OH)(COOH)$.

Das für die moderne Chemotherapie bedeutsamste Präparat Salvarsan (Diaminodioxyarsenobenzol) wirkt elektiv auf gewisse Krankheitserreger (Spirochäten) ein. Chininderivate, wie Optochin, Eukupin, Vuzin, hat man chemotherapeutisch bei Pneumo- und Streptokokkeninfektionen zu verwerten gesucht.

Manche Zusätze an und für sich indifferenter Stoffe beeinflussen die Desinfektionskraft chemischer Mittel. So erhöht Kochsalzzusatz die Desinfektionskraft des Phenols, vermindert aber die des Sublimats (durch Herabsetzung seiner Dissoziation). Der Zusatz von Kochsalz bei den bekannten Sublimatpastillen geschieht aus anderen Gründen, nämlich, wie erwähnt, zur Herbeiführung besserer Löslichkeit

und zur Verhinderung der Eiweißausfällung in eiweißhaltigen Lösungen durch das Quecksilbersalz.

Von gasförmigen Desinfektionsmitteln kommen praktisch nur schweflige Säure, Ozon und Formaldehyd in Frage. Da Ozon nur bei der Wassersterilisation und bei der Konservierung von Fleisch in Kühlhallen benutzt wird, soll es bei den Kapiteln Trinkwasserversorgung und Nahrungsmittelkonservierung besprochen werden.

Auch die schweflige Säure wird ihrer starken entwicklungshemmenden Eigenschaften wegen mehr zur Konservierung als zur Abtötung von Krankheitserregern verwendet. Da die zum Erfolge notwendige Menge in hohem Grade abhängig ist von der Natur des Mediums, in dem die schweflige Säure wirkt, so lassen sich allgemeine Regeln über die zur Sterilisation und Konservierung erforderlichen Konzentrationen der schwefligen Säure nicht aufstellen. Neuerdings wird sie als brauchbares Mittel zur Behandlung der Pferderäude empfohlen. Ein wichtiges Hilfsmittel ist sie aber bei der Vertilgung von Schädlingen und Parasiten geworden und da manche dieser Schädlinge imstande sind, Infektionskrankheiten zu verschleppen und auf den Menschen zu übertragen, so kommt ihr also mittelbar auch eine Bedeutung für die Desinfektion zu. So benutzt man sie beispielsweise zur Vernichtung der Ratten auf pestverdächtigen Schiffen. Es werden zu diesem Zweck im sog. Claytonapparat durch Verbrennung von Stangenschwefel Dämpfe von schwefliger Säure erzeugt und in den Schiffsraum bei geschlossenen Luken eingeblasen [1]). Eine Luft, welche 5 % schweflige Säure enthält, tötet Ratten, Mäuse, Ungeziefer usw. sehr rasch; langsamer werden pathogene Keime abgetötet, bei einem Gehalt der Luft von 6—8 % in etwa 12 Stunden. Die Benutzung der schwefligen Säure zur Läusevertilgung soll weiter unten im Zusammenhange bei dieser Frage besprochen werden. Dort wird auch die Verwendung der gasförmigen Blausäure zur Schädlingsbekämpfung zu erörtern sein. Für die Raumdesinfektion, d. h. zur Abtötung bakterieller Infektionserreger kommt zur Zeit nur noch der Formaldehyd in Betracht.

Formaldehyd entsteht durch vorsichtige Oxydation von Methylalkohol, von dem das käufliche Formalin auch fast stets noch gewisse Mengen enthält, nach der Gleichung



$$CH_3(OH) + O = HCHO + H_2O.$$

Es wird selbst unschwer weiter zu Ameisensäure oxydiert:



$$HCHO + O = HCOOH$$

und diese kann durch Zusammenbringen mit starken Oxydationsmitteln (vgl. die Verfahren der apparatlosen Formaldehyddesinfektion) weiter bis zur Kohlensäure oxydiert werden: $HCOOH + O = CO_2 + H_2O$.

„Formalin“ ist (vgl. oben) eine etwa 35 % Formaldehyd enthaltende wäßrige Lösung. Aus konzentrierteren als 40 %igen Lösungen scheidet sich leicht eine weiße, unlösliche, polymere Modifikation des Formaldehyds, das sog. Paraformaldehyd oder Trioxymethylen $(CH_2O)_3$ ab. Dieses, auch

[1]) An Stelle des Clayton-Apparates wird häufig auch der von Nocht und Giemsa konstruierte Apparat zur Vernichtung der Schiffsratten benutzt. In diesem Apparat wird Generatorgas mit einem Gehalt von etwa 5 % Kohlenoxyd erzeugt. Das in die Schiffsräume eingeleitete Gas tötet alle dort vorhandenen Tiere sehr schnell, ohne die Materialien anzugreifen. Desinfizierend wirkt das Gas natürlich nicht. Da Kohlenoxyd sehr giftig und dabei geruchlos ist, so besteht auch immer die Gefahr unbeabsichtigter Intoxikationen.

in Pastillenform in den Handel gebrachte Präparat ist an sich ohne desinfizierende Wirkung, zerfällt aber beim Erhitzen über 150° wieder in gasförmiges Formaldehyd. Für die Herbeiführung einer erfolgreichen Desinfektion ist es notwendig, so viel Wasserdampf zu erzeugen, bzw. eine so verdünnte Lösung des Formaldehyds in Wasser zu verdampfen, daß die polymere unwirksame Form nicht entsteht.

Eine Desinfektion durch Formaldehyd tritt nur an denjenigen Stellen des Raumes ein, an welchen sich die stark



Abb. 60. Desinfektoren-Ausrüstung nach Flügge-Gruber. Transportkasten.

mit Wasserdampf gemischten Formaldehyddämpfe kondensieren, also nicht z. B. an einer durch Heizung durchwärmten Wand. Trockenes Formaldehydgas desinfiziert nicht. Ihrem ganzen Wesen nach kann diese durch Kondensation eines Desinfektionsmittels wirksame Desinfektion nicht weit in die Tiefe greifen. Mittels Formaldehyd läßt sich daher nur eine Oberflächendesinfektion ausführen. Ferner nimmt der Desinfektionseffekt mit sinkender Lufttemperatur ab (wie bei den chemischen Desinfektionsmitteln überhaupt). Die Desinfektion muß daher am besten bei Temperaturen über 15° C und in gleichmäßig durchwärmten Räumen vorgenommen werden. Abb. 60 zeigt eine Desinfektorenausrüstung zusammengepackt.

Auf die ziemlich verwickelten wissenschaftlichen Grundlagen der Formaldehyddesinfektion einzugehen, würde hier zu weit führen. Es muß dieserhalb auf weitläufigere Darstellungen, z. B. auf Graßberger: Die Desinfektion in Theorie und Praxis (Leipzig 1913) verwiesen werden.

Zur Erzielung eines ausreichenden Desinfektionseffektes müssen die zu desinfizierenden Räume durch Verklebung von Ritzen und Spalten gut abgedichtet, ferner müssen nach Flügge folgende Bedingungen eingehalten werden:

Für jeden Kubikmeter Raum sind anzuwenden mindestens 5 g Formaldehyd, entsprechend rund 15 ccm Formalinflüssigkeit (von normaler Konzentration) und 30 g Wasser. Das Dampfgemisch muß ferner mindestens 4 Stunden lang einwirken.

Wenn auch nach der Ansicht einiger Autoren diese Mengen nicht in allen Fällen ausreichen (so verlangt z. B. Süpfle zur Abtötung der Di-

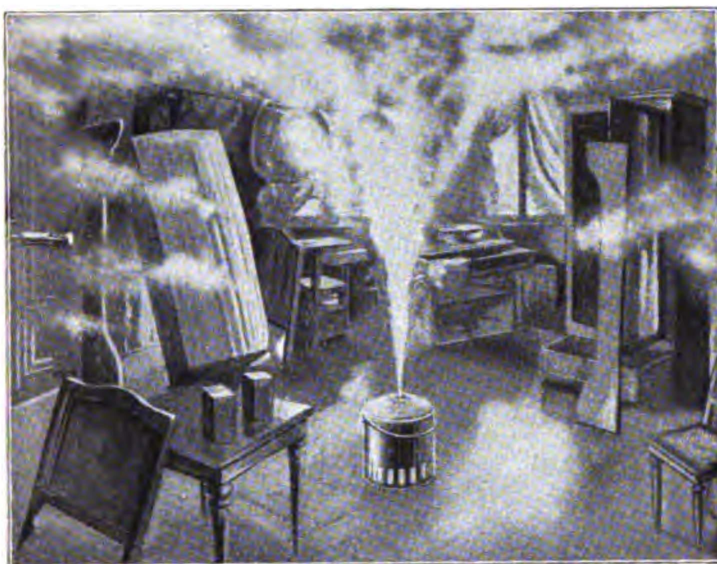


Abb. 61. Formaldehyd-Desinfektions-Apparat nach Flügge in Tätigkeit. (Deutsche Desinfektions-Zentrale.)

phtheriebazillen die Anwendung von 7,5—10 g Formaldehyd für den Kubikmeter Raum bei mindestens $3^1/_2$stündiger Einwirkung), so haben sich die Flüggeschen Normalzahlen doch praktisch gewöhnlich als ausreichend erwiesen.

Der zu desinfizierende Raum ist vor der Desinfektion auszumessen und danach die notwendigen Mengen von Formalin und Wasser zu berechnen.

Meist sollen die behandelten Räume bald wieder zur Benutzung freigegeben werden. Daher ist es notwendig, die durch Lüftung angestrebte Entfernung der Formaldehyddämpfe durch Beseitigung auf chemischem Wege zu unterstützen. Zu diesem Zweck wird nach Ablauf der Einwirkungszeit und vor Beginn der Lüftung Ammoniak von außen in den Raum geleitet, das sich mit Formaldehyd zu einer geruchlosen kristallinischen Base, dem Hexamethylentetramin verbindet.



$$6\ (CH_2O) + 4\ NH_3 = N_4\ (CH_2)_6 + 6H_2O.$$

Es müssen ungefähr so viel Kubikzentimeter 25 $^0/_0$igen Ammoniaks verdampft werden, als Kubikzentimeter Formalinflüssigkeit angewandt worden sind. An Stelle von Ammoniakflüssigkeit kann auch festes Ammoniumkarbonat (Hirschhornsalz) vergast werden.

Genauere Angaben enthalten die den Desinfektionsapparaten beigegebenen Tabellen. Die Abb. 61 und 62 veranschaulichen eine Desinfektion im Bilde.



Abb. 62. Ammoniak-Vergaser. (Deutsche Desinfektions-Zentrale.)

Auch trotz der Ammoniakvergasung pflegen Polstermöbel, Kleider usw. noch längere Zeit den Formaldehydgeruch festzuhalten.

Zur Entwicklung von Formaldehyd und Wasserdampf hat man verschiedene Typen von Apparaten konstruiert. Die wichtigsten sind:

1. Breslauer Apparat nach Flügge (Abb. 63). Er dient zur Verdampfung einer durch Wasser verdünnten Formalinlösung.

2. Apparat „Berolina“ nach Proskauer und Elsner. In diesem Apparat wird Wasserdampf entwickelt. Dieser erhitzt mittels einer Dampfschlange seinerseits eine Formalinlösung. Wasserdampf und Formaldehydgas werden dann gemischt durch eine Sprühdüse im Raum verstäubt.

3. Apparat „Colonia“ nach Czaplewski. Dieser Apparat arbeitet nach einem ähnlichen Prinzip wie die Inhalationssprühapparate.

Zur Desinfektion von Kleidern usw. in Kisten und Schränken kann man das Formaldehydgas aus einem der üblichen Entwickler von außen in den Schrank einleiten oder besondere Apparate benutzen, wie z. B. den Versprayungsapparat nach Prausnitz. Die für die „Schrankdesinfektion" notwendige Formaldehydmenge übersteigt aber meist erheblich die für die Raumdesinfektion aufgestellten Flüggeschen Normalzahlen je nach der Art des Desinfektionsgutes und der Füllung des Behälters. Durchschnittlich kann man mit der dreifachen Menge rechnen. Das gleiche gilt auch für die weiter unten angegebene apparatlose Schrankdesinfektion.

Die Entwicklung von Formaldehyd aus Paraformpastillen durch trockenes Erhitzen bei gleichzeitiger Wasserdampfentwicklung ist im allgemeinen verlassen



Abb. 63. Breslauer Formaldehyd-Apparat nach Flügge. (Deutsche Desinfektions-Zentrale.)

worden, da man dabei größerer Mengen von Formaldehyd bedarf als bei der Anwendung wäßriger Formaldehydlösungen.

In neuerer Zeit sind eine Reihe von „apparatlosen" Formaldehyddesinfektionsverfahren aufgetaucht, welche hier kurz erwähnt werden mögen. Sie sollen die Nachteile des gewöhnlichen Formalindesinfektionsverfahrens (umständliche Apparatur, Feuersgefahr) vermeiden, indem sie eine kräftige Entwicklung von Formaldehydgas und Wasserdampf auf rein chemischem Wege ohne Zuhilfenahme einer Heizvorrichtung erzielen. Bei ihnen geht aber durchweg ein großer Teil des Formaldehyds durch Oxydation für die Desinfektionszwecke verloren, sie sind also unwirtschaftlich, trotzdem aber manchmal am Platze, z. B. zur Desinfektion kleinerer geschlossener Räume, wie Wagen, Schränke, Koffer usw.

Die zur Zeit hauptsächlich benutzten Verfahren sind:

1. Das sog. Autanverfahren (F. Bayer u. Co.) von Eichengrün eingeführt. Autan besteht aus Paraformaldehyd und Bariumsuperoxyd in getrennter Packung. Mischt man die Pulver und übergießt sie in einem Holzgefäß mit heißem

Wasser, so entwickeln sich unter lebhafter Erwärmung meist stürmisch Wasserdämpfe und Formaldehydgas. Die Hauptreaktion dabei ist Oxydation von Formaldehyd durch Bariumsuperoxyd zu ameisensaurem Salz unter Wasserstoffentwicklung. Es müssen annähernd 75% des Formaldehyds zerstört werden, um 25% Formaldehyd und die zugehörige sechsfache Wassermenge zu verdampfen.

Bei genügender Abdichtung der Räume und Sättigung der Luft mit Wasserdampf sind zur Desinfektion von 1 cbm Raum mindestens 50 g Autan erforderlich bei 7stündiger Einwirkungszeit. Zur Entfernung des Formaldehydgeruchs genügt der jeder Autanpackung beigegebene Ammoniakentwickler.

Das Autan kommt gebrauchsfertig (Packung „Autan B") in Blechbüchsen mit aufgedruckter Vorschrift in den Handel für verschiedene Raumgrößen, doch sind die Mengen etwas knapp bemessen.

2. Das Formalin-Permanganatverfahren (nach Doerr und Raubitschek).

Kaliumpermanganat in Substanz wird mit Formalin im Überschuß und Wasser gemischt. Der Formaldehyd wird unter Wärmeentwicklung oxydiert, der überschüssige Formaldehyd und das Wasser verdampft dabei. Die Reaktion ist sehr heftig und läuft in etwa 10 Minuten ab.

Eine sichere Desinfektionswirkung (von der Abtötung von Milzbrandsporen abgesehen) dürfte erzielt werden, wenn man für jeden Kubikmeter Raum 30 g Kaliumpermanganat, 30 ccm Formalin und 30 ccm Wasser verwendet bei 7stündiger Einwirkung. Mehr als 40% des angewandten Formaldehydes dürften bei diesem Verfahren kaum zur Wirksamkeit kommen.

Zweckmäßig, allerdings auch nicht von dem Nachteil der Kostspieligkeit frei, ist 3. das Paraform-Permanganatverfahren. Es wird bei ihm an Stelle des Formalins Paraform benutzt, und zwar werden für jeden Kubikmeter Raum 10 g Paraform, 20 g Kaliumpermanganat und 30 ccm Wasser verwandt. Wie das (noch teuerere) Autanverfahren ist diese Methode gelegentlich dort zweckmäßig anzuwenden, wo das Mitführen der Apparate, der großen Formalinmengen usw. Schwierigkeiten macht.

Auf andere Methoden, wie das Perautan-, Paragan- und Autoformverfahren usw. kann hier nicht eingegangen werden.

Hinsichtlich des Kostenaufwandes bei den verschiedenen Methoden ist zu bemerken, daß, die Kosten für den Materialverbrauch beim Apparatverfahren = 1 gesetzt, sich die Kosten etwa belaufen: beim Formalinpermanganatverfahren auf 1,5, beim Paraform-Permanganatverfahren auf 2,3 und beim Autanverfahren auf 4,3.

Falls erforderlich, muß der Überschuß an Formalin auch bei den zu 2 und 3 genannten apparatlosen Verfahren zum Schluß durch Ammoniakentwicklung beseitigt werden.

3. Ausführung der Desinfektion.

Man hat zu trennen:

1. die fortlaufende Desinfektion am Krankenbett,

2. die Schlußdesinfektion, d. h. nachdem der Kranke genesen, in ein Krankenhaus überführt oder gestorben ist,

3. besondere Desinfektionsfälle (prophylaktische Desinfektion), z. B. die Händedesinfektion vor chirurgischen Operationen, die Bücherdesinfektion in Leihbibliotheken, die Instrumentendesinfektion in der chirurgischen und geburtshilflichen Praxis, die Desinfektion von Fuhrwerken und Eisenbahnwagen, schließlich die Desinfektion von Trinkwasser und gewissen Nahrungsmitteln, z. B. der Milch.

Zu 1. Die fortlaufende Desinfektion am Krankenbett ist von hervorragender Bedeutung. Alle Ausscheidungen des Kranken, von denen anzunehmen ist, daß sie den bekannten oder unbekannten Infektionserreger beherbergen, sind während der Krankheitsdauer sachgemäß

zu desinfizieren. Auch die mit der Pflege des Kranken betrauten Personen müssen sich und ihre Kleidung nach Lage des Falles von Zeit zu Zeit gewissen Desinfektionsmaßnahmen unterziehen.

Von Ausscheidungen des Kranken kommen in Betracht: Auswurf aus Rachen, Kehlkopf und Lunge (bei Diphtherie, Scharlach, Influenza, Lungenpest, Lungentuberkulose u. a.); Erbrochenes und Stuhlgang (bei Cholera, Ruhr, Typhus, bei letzterem auch der Harn); Blut, Wund- und Geschwürsabscheidungen (bei Diphtherie, septischen Erkrankungen, Erysipel, Eiterungen usw.) und Hautabgänge wie Schorfe und Schuppen (z. B. bei den akuten Exanthemen).

Ferner sind unter Umständen die beim Kranken benutzten Gegenstände (Verbandmaterial, Badewässer, Waschbecken, Spuckgefäße, Nachtgeschirre, Stechbecken, Badewannen, Eß- und Trinkgeschirre, Bücher, Spielsachen, Bett- und Leibwäsche, Kleidungsstücke, Betten, Decken, Matratzen zu desinfizieren, bei geringem Wert am besten zu verbrennen.

Welche von den chemischen Mitteln am besten anzuwenden sind, ist oben gesagt.

Zu 2. Zur Desinfektion infizierter oder der Infektion verdächtiger geschlossener Räume eignet sich am besten das Formaldehydgas, doch tötet dieses Gas, wie oben ausgeführt, auch bei sachverständiger Anwendung sicher nur die oberflächlicher gelegenen, weniger widerstandsfähigen Keime ab. Bei der Desinfektion nach Lungen- und Kehlkopftuberkulose muß die Desinfektion von Wäsche, Betten u. dgl. daher ausschließlich in Dampfapparaten erfolgen. Nach der sachgemäßen Desinfektion mit Formaldehyd mittels besonderen Apparates oder eines anderen geeigneten apparatlosen Verfahrens können die Wände, die Zimmerdecke und die freien Oberflächen der Gerätschaften als desinfiziert gelten. Augenscheinlich mit Ausscheidungen des Kranken beschmutzte Stellen des Fußbodens, der Wände usw. sind noch besonders durch Abwaschen mit verdünntem Kresolwasser zu reinigen. Alsdann erfolgt zweckmäßig noch einmal Spülung mit heißem Seifenwasser, wenn nötig frische Kalktünchung der Wände und Lüftung.

Möbel, soweit sie nicht einer ausreichenden Formaldehydwirkung ausgesetzt waren, werden feucht mit verdünntem Kresolwasser abgerieben, bei Holz ist auch Sublimatlösung anwendbar, Möbelbezüge werden mit 1%iger Formaldehydlösung befeuchtet.

Infizierte Bett- und Leibwäsche ist vor dem Fortschaffen zwei Stunden lang in verdünntes Kresolwasser einzulegen, alle übrigen nichtwaschbaren Kleidungsstücke, Betten, Gardinen, Teppiche usw. sind, soweit sie nicht der Formaldehydgasdesinfektion unterworfen werden können, ohne vorherige Reinigung in mit verdünntem Kresolwasser angefeuchtete Tücher einzuschlagen und nach der Dampfdesinfektionsanstalt zu befördern.

Sinnentsprechend ist auch bei dem Wechsel von Bett- und Leibwäsche während der Krankheit zu verfahren.

Zur Ausbildung von Desinfektoren sind in Preußen auf Grund des Ministerialerlasses vom 22. Juni 1904 in einzelnen Anstalten besondere Kurse eingerichtet worden. In diesen Anstalten findet auch die Prüfung der ausgebildeten Personen statt.

Zu 3. Ein seit vielen Jahren bearbeitetes und viel umstrittenes Kapitel ist die Händedesinfektion. Zunächst herrscht Übereinstimmung darüber, daß es nicht möglich ist, die Hand durch praktisch

zulässige Desinfektionsverfahren völlig keimfrei zu machen; man kann bestenfalls eine hochgradige Keimverminderung erzielen. Der einfache Waschprozeß, der gewohnheitsmäßige präparatorische Akt der Händedesinfektion (durch welchen etwa 80—90 % der Keime mit den gröbsten, die Infektionsstoffe einschließenden Schmutzpartikeln fortgeschafft werden) macht andererseits die in den Falten und Drüsen der Haut sitzenden Bakterien „mobil", so daß nach dem Waschen an der Hand noch Keime in größerer Menge vorhanden sein können. Für die Händedesinfektion vor ärztlichen Verrichtungen ist neben der Desinfektion daher gleichzeitig eine gewisse Fixation der Keime der Haut der Hände nötig und beides wird erfahrungsgemäß in ausgezeichneter Weise durch die Verwendung des Alkohols erreicht. Man verwendet zweckmäßig nicht absoluten, sondern Alkohol von 50—80 Vol.-%. Im Notfall läßt sich der gewöhnliche Brennspiritus mit Vorteil benutzen. Etwas anders liegen die Aufgaben bei der Desinfektion der von außen mit Krankheitserregern infizierten Hände, um Verschleppungen zu verhüten. Hier kann neben der Alkoholdesinfektion (unter Umständen unter Seifenzusatz) ebenso gut oder besser die Anwendung kräftiger chemischer Desinfektionsmittel, wie Sublimat oder Kresolwasser erfolgen. Infizierte Hände vor der Behandlung mit einem Desinfektionsmittel mit Wasser und Seife zu waschen, ist in vielen Fällen wegen der Verstreuung des Infektionsmaterials bedenklich.

Nach Gaethgens gewährleistet übrigens schon die Waschung mit fließendem Wasser und Seife und die nachherige gründliche Abtrocknung eine fast völlige Entfernung der Typhuskeime von den infizierten Händen (Händewaschen der Bazillenträger!).

Eine besonders nachhaltige Desinfektion der Hände wird erreicht, wenn man das Desinfektionsmittel, z. B. die Sublimatlösung an ihnen antrocknen läßt. Statt des Waschens der Hände in der Desinfektionsflüssigkeit selbst kann auch mit Vorteil das Abreiben mit einem in die Flüssigkeit getauchten Wattebausch erfolgen.

Die Desinfektion von Büchern ist, wie schon gesagt, schwierig; sie erfolgt entweder durch langdauerndes Erhitzen in trockener Luft von 70—80° oder mittels des Dampf-Formalinverfahrens bei niedriger Temperatur (50—60°). Die Bücher dürfen dabei nicht fest aufeinander gepackt werden.

Chirurgische Instrumente werden gewöhnlich zwecks Sterilisierung in Wasser ausgekocht, dem 2% Soda zugesetzt ist. Zur Desinfektion von Transportmitteln (Droschken, Eisenbahnwagen) wird die Formalinmethode verwendet. Wegen der Desinfektion von Trinkwasser und Nahrungsmitteln ist bei den betreffenden Kapiteln nachzulesen.

4. Die Vernichtung des Ungeziefers.

Wenn man auch schon früher die Bedeutung der größeren Parasiten des Menschen, d. h. des Ungeziefers für die Verbreitung gewisser Infektionskrankheiten gewürdigt hatte, so stellte doch erst der Weltkrieg seine verderbliche Rolle in die rechte Beleuchtung.

Die Tatsache, daß die am meisten gefürchtete Kriegsseuche, das Fleckfieber, lediglich durch den Stich der Kleiderlaus übertragen wird, machte es notwendig, alle brauchbaren Mittel zu der Bekämpfung dieses gefährlichen Parasiten in Bewegung zu setzen. Da die Kleiderlaus der

wichtigste Krankheitsüberträger ist, genügt es, auf ihre Bekämpfung etwas näher einzugehen (vgl. auch das Kapitel Fleckfieber). Zum Ver-

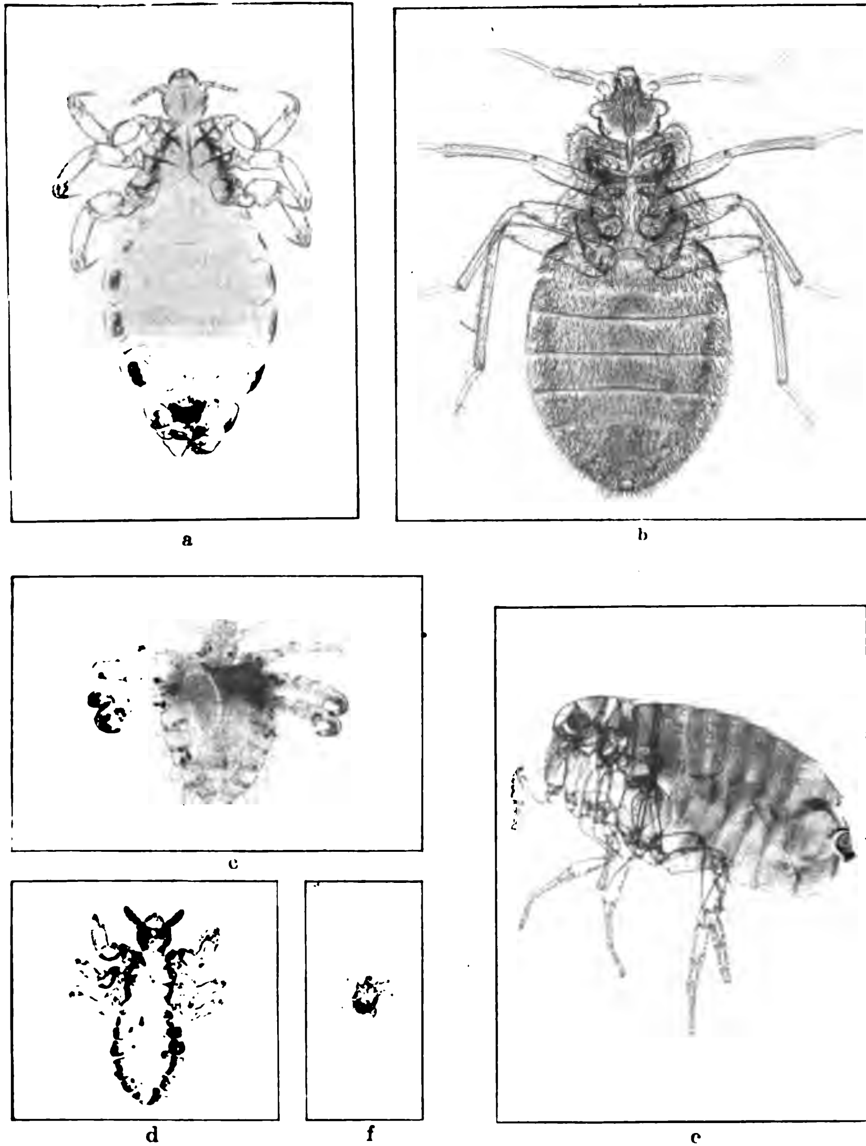


Abb. 64. Parasiten des Menschen. 15fache Vergrößerung.
a Kleiderlaus. b Wanze. c Filzlaus. d Kopflaus. e Floh (Pul. irr.). f Krätzmilbe.

gleich sind in Abb. 64 auch die übrigen häufigsten Parasiten des Menschen bei gleicher Vergrößerung dargestellt.

Hase hat zur Naturgeschichte der Kleiderlaus folgende Angaben gemacht:

Die Kleiderläuse sind ungeflügelte Insekten mit stechenden Mundwerkzeugen und indirekter Entwicklung. Sie legen Eier (Nissen). Die Geschlechter sind

stets getrennt. Das Männchen ist etwa 3 mm lang, weiß-gelblich gefärbt, die weißlich gefärbten Weibchen messen über 4 mm. Die soeben ausgeschlüpften Larven — die Zeit der Entwicklung aus dem Ei dauert bis zu 16 Tagen, je nach der Temperatur — sehen gelblich aus, ihre Größe beträgt etwa 1 mm. Ehe sie geschlechtsreif werden, machen sie drei Häutungen durch; nach jeder werden sie den Eltern ähnlicher. Die Schnelligkeit, mit der diese Häutungen durchlaufen werden, hängt von Temperatur und Ernährung ab. Schon die Larven saugen Blut und erscheinen dann deutlich rot gefärbt. Zur Eiablage bevorzugt das Weibchen die Nähte der Kleidungsstücke. Das Ei ist 0,6—0,8 mm groß und mit einem Deckel versehen. Bevorzugt werden zur Eiablage alle wolligen und filzigen Stoffe, nach Möglichkeit gemieden alle glatten Leinen- und Seidenstoffe, doch ist seidene Unterwäsche kein sicherer Schutz gegen Verlausung. Die Entwicklungsdauer der Eier ist völlig von der Temperatur abhängig. Bei einer ständigen Temperatur unter 10° Wärme findet keine Entwicklung der Eier mehr statt. Als optimale Temperaturen kann man 32—37° C ansehen. In der Regel kriechen bei diesen Temperaturen die Larven in 6 Tagen aus. Die Wandergeschwindigkeit der erwachsenen Läuse ist bei etwa 30° 20 cm und mehr auf mittelrauher Oberfläche in der Minute. Nur auf ganz glatten, senkrecht oder schräg gestellten Flächen (poliertes Glas, Gummistoff) können sie nicht vorwärts kommen. Selbst durch lose Sand- und Erdschichten bis zu 30 cm Dicke vermögen Läuse hindurchzuwandern.

Die Widerstandsfähigkeit der Läuse und Nissen gegen Desinfektionsmittel ist sehr groß. 5% Formalinlösung tötet Nisse selbst in 24 Stunden nicht ab, sehr starke Schmierseifenlösung erst in etwa 20 Stunden. Gegen Sublimatlösungen sind Nisse etwas empfindlicher als Läuse. Am wirksamsten sind Kresol-, Kresotin- und Karbolsäure. Eine 3—5%ige Lösung dieser Substanzen tötet Parasiten und Eier innerhalb 1—5 Stunden. Besonders empfindlich sind die Parasiten gegen höhere Temperaturen. Immerhin muß eine Temperatur von 60° mindestens ½ Stunde lang einwirken. Die Läuse einschließlich Eiern lassen sich auch durch 6 Wochen langes Aushungern töten.

Hunger wird von den Läusen bei niedrigen Temperaturen bis zu 10, bei hohen Temperaturen nur bis zu 2 Tagen vertragen. Im Hungerzustand legt das Weibchen nur bis zum 5. Tage Eier.

Läuse und Eier finden sich bei hochgrädiger Verlausung nicht nur in der Leibwäsche, sondern auch in den Kleidern, an den Körperhaaren usw.

Die Bekämpfung der Läuseplage[1]).

Wie man bei der gegen bakterielle Infektionserreger gerichteten Desinfektion, ihrer verschiedenen Widerstandsfähigkeit wegen, zwischen den vegetativen Formen und ihren Dauerformen (Sporen) unterscheidet, so kann man bei der Bekämpfung der Läuseplage sich auch nicht auf die Abtötung der Läuse allein beschränken, sondern muß die Maßnahmen so treffen, daß auch die erheblich widerstandsfähigeren Läuseeier (Nisse) tunlichst sicher vernichtet werden. In der Praxis soll man mit ihrer Anwesenheit stets rechnen.

Die Vernichtung von Läusen und Nissen ist nach dem oben Gesagten sowohl auf thermischem wie auf chemischem Wege möglich.

Von den thermischen Mitteln bevorzugt man die trockene Hitze, weil ihr fast alle Gegenstände ohne Schaden zu nehmen unterworfen werden können. Natürlich tötet strömender Wasserdampf noch energischer ab, doch sind Formalin-Vakuumapparate für die Vernichtung der Läuse ungeeignet. Stets ist zu bedenken, daß die trockene Hitze wie der Wasserdampf in manche Gegenstände, z. B. Kleider usw., nur sehr langsam eindringen und daß sie daher ihr Ziel, den Parasiten, bei kurzer Einwirkungszeit oft gar nicht erreichen. Kleidungsstücke sind daher im Entlausungsraum möglichst locker aufzuhängen. Bei freiem Zutritt werden durch trockene Hitze von 60° Läuse schon in 15—20 Minuten, Nisse in einer Stunde getötet; bei 80° verkürzen sich diese Zeiten auf 5—10 bzw. 15 Minuten. In der Praxis wird man sich, um sicher zu gehen, mit diesen Werten nicht begnügen, sondern bei ausreichender Zeit z. B. strömenden Dampf von 100° ½ Stunde, trockene Hitze von 80—100° zwei Stunden lang einwirken lassen.

[1]) Vgl. hierzu auch die amtliche Anweisung zur Bekämpfung des Fleckfiebers.

Die Temperaturen sind durch Thermometer zu kontrollieren. Um die Beschädigung des Desinfektionsgutes zu vermeiden, sollen die Temperaturen der trockenen Luft 100 bis 110° C nicht übersteigen. Da weißes Papier bei höher liegenden Wärmegraden anfängt, sich gelb zu verfärben, kann es bei der Vorprobe behelfsweise als Indikator benutzt werden.

Bewegte heiße Luft dringt etwas besser in die Objekte ein als unbewegte Luft. Von diesem Gesichtspunkt aus ist z. B. der von Vondran konstruierte, durch einen Ventilator betriebene Apparat, der heiße Luft von 80° durch das Desinfektionsgut preßt, unter Umständen empfehlenswert. Das Ausbügeln der Kleider (Nähte!) mit recht heißem Bügeleisen vermag ebenfalls mit einiger Sicherheit die Nisse abzutöten.

Da feuchte Ledersachen, ferner Filz, Pelze und Gummisachen Dampf und sehr hohe trockene Temperaturen gar nicht bzw. schlecht vertragen, müssen sie auf chemischem Wege von Läusen befreit werden. Von chemischen Mitteln bevorzugt man auf Grund der gemachten Erfahrungen: 1—2,5 % Kresolwasser, schweflige Säure und Schwefelkohlenstoff (oder Benzin). Die schweflige Säure wird durch Verbrennen von Schwefel mit oder ohne Spirituszusatz, oder durch Abbrennen von Schwefelkohlenstoffmischungen (90 Gew.-Teile Schwefelkohlenstoff und je 5 Gew.-Teile Wasser und denaturierter Spiritus) entwickelt (ein ähnliches Gemisch kommt auch unter dem Namen „Salforkose" fertig in den Handel), oder man benutzt die in Stahlbomben verdichtete schweflige Säure. Zu beachten ist, daß die schweflige Säure bei Gegenwart von Wasserdampf Metalle und pflanzliche Faserstoffe (Brüchigwerden) schädigen kann. Der Schwefelkohlenstoff kann auch in unverbranntem Zustand in Gasform verwendet werden. Doch muß er dann sehr lange einwirken, um abzutöten. Das letztere Verfahren kommt z. B. in Frage, wenn man Kleider in abgedichteten Kisten usw. von Läusen befreien will. Die bei den genannten Methoden anzuwendenden Konzentrationen und Einwirkungszeiten ergeben sich aus der Zusammenstellung in der folgenden Tabelle. Gute Abdichtung des Raumes ist stets nötig. Zur Läusevertilgung praktisch unbrauchbar ist Schmierseife, 1 ‰ Sublimatlösung und Formaldehyd.

Die in Form von Puder usw. empfohlenen prophylaktischen Mittel gegen das Ankriechen von Läusen (Trikresol, Naphthalin usw.) sind, wenn auch nicht unwirksam, so doch unsicher. Die mit der Entlausung von Personen beschäftigten Desinfektoren haben sich (besonders bei Fleckfiebergefahr) durch die Art ihrer Bekleidung (an den Fuß- und Handgelenken, sowie am Hals abschließende Kleidung, die an diesen Stellen am besten noch mit Kresolwasser getränkt ist) gegen das Ankriechen von Läusen zu schützen. Es sind auch besondere Schutzanzüge für diesen Zweck empfohlen worden.

	Muß einwirken Stunden	Notwendige Menge oder Konzentration
Strömender Dampf von 100—105°	½	—
Trockene Hitze von 80°	1—2	—
1 % Kresolwasser	2	—
Schweflige Säure aus Bomben (1 cbm SO_2 wiegt 2,864 kg), Einleitung von außen	6	2—3 Vol. %[1])
Schwefel mit Spiritus verbrannt (40 ccm Spiritus für 1 kg Schwefel)	6—7	25—50 g für den[2]) cbm Raum
Schwefelkohlenstoffgemisch (Salforkose) verbrannt	6—7	40 g für den cbm Raum
Schwefelkohlenstoff[4]) unverbrannt verdunstend	7—24	250—100 ccm für[3]) den cbm Raum

[1]) 60—90 g für den cbm Raum.
[2]) Bei größeren Räumen sind die größeren Mengen anzuwenden.
[3]) Bei kürzerer Zeit ist die größere Menge anzuwenden.
[4]) Bei der Benutzung des Schwefelkohlenstoffs ist seine Feuergefährlichkeit zu berücksichtigen.

Für die Entlausung von Personen in größerer Zahl müssen besondere **Entlausungsanstalten** hergerichtet werden. Auch bei diesen Anstalten ist, wie bei den Desinfektionsanstalten, die reine und unreine Seite scharf voneinander zu trennen. Die mit Kleiderläusen behafteten Personen müssen sich in dem Raume E (vgl. Abb. 65) entkleiden. Scham- und Achselhaare sind tunlichst zu beseitigen. Die zu reinigende Person steht dabei auf einem mit verdünntem Kresolwasser getränktem Leintuch. In dem Raume Br erfolgt dann gründliche Reinigung des Körpers unter der Warmwasserbrause mittels Schmierseife. Die abgelegten Kleider wandern inzwischen durch die Heißluftkammer H und werden nach erfolgter Entlausung den gereinigten Personen in dem Ankleideraum A wieder ausgehändigt. An Stelle der Heißluftkammer kann auch eine Kammer zum Ausschwefeln oder zum Behandeln mit Blausäure (s. u.) treten, doch ist wegen der längeren Dauer der Behandlung mit schwefliger Säure und wegen der Gefahr der Adsorption von Blausäuregas durch die Kleidungsstücke die Heißluftbehandlung meist vorzuziehen.

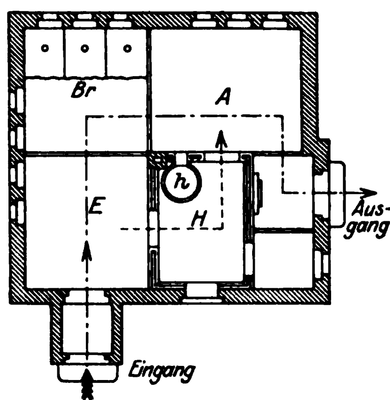


Abb. 65. Entlausungsanstalt. (Aus den Veröffentl. der Deutschen Gesellschaft für Volksbäder.)

Schema für ein kleines Brausebad — 3 Brausen — mit Entlausung der Kleidungsstücke usw. in Heißluftkammer mit Heißluftofen.
Br = Brauseraum, H = Heißluftkammer, E = Entkleidungsraum, A = Ankleideraum, h = Heißluftofen.

Seit einigen Jahren wird die Durchgasung von Räumen mittels Cyanwasserstoffgas (**Blausäure**), entwickelt durch Übergießen von Cyannatrium in Holzbottichen mit Schwefelsäure[1]), zur **Ungeziefervertilgung** benutzt. Bei der **Gefährlichkeit des Verfahrens**[2]) darf dasselbe nur von besonders dazu beauftragten Stellen („Deutsche Gesellschaft für Schädlingsbekämpfung") unter allen Vorsichtsmaßregeln (vollständige Räumung der zu durchgasenden Behausung, Absperrung usw.) ausgeführt werden. Läuse und Nisse werden mit Sicherheit abgetötet, wenn sie 2 Stunden lang Blausäuredämpfen von 2 Vol.-% Konzentration ausgesetzt werden. Ähnlich verhält sich das übrige Ungeziefer. Die Vorteile der gasförmigen Blausäure liegen in ihrer großen Durchdringungsfähigkeit, in ihrer leichten Beseitigung durch Lüftung und in ihrer Unschädlichkeit für alle Stoffe (Metalle, Leder, Farben usw.).

Zur Beseitigung der **übrigen Ungezieferarten**, die als Krankheitsüberträger wahrscheinlich weniger in Frage kommen, werden empfohlen: Einreiben des behaarten Kopfteiles mit Sabadillessig oder Petroleum nach dem Scheren bei **Kopfläusen**; Einreiben der Scham-, Brust- und Achselhaare usw. mit grauer Quecksilbersalbe bei **Filzläusen**. Zur Vertreibung der **Bettwanzen** ist Durchgasung mit Blausäure oder schwefliger Säure oder ein sorgfältiges Ausgießen der Fußboden- und Bettritzen mit Petroleum nötig, außerdem müssen die Schlupfwinkel der Wanzen hinter den Tapeten an den Scheuerleisten freigelegt und ebenfalls mit Petroleum behandelt werden. Zweckmäßig wird das Durchgasungs-Verfahren nach 3—4 Wochen noch einmal wiederholt. Verwanzte Kleider usw. werden am besten durch Hitze parasitenfrei gemacht. Ähnlich, wie bei der Vernichtung der Wanzen, wird auch zur Vertilgung der **Flöhe** verfahren. Außer Petroleum hat sich hier noch die Anwendung der Kresolseifenlösung bewährt. In Massenquartieren kann außerdem die Ausräucherung mit schwefliger Säure gute Dienste tun.

[1]) z. B. 2 Liter Wasser, 2 Liter 60°ige Schwefelsäure und 1,5 kg Cyannatrium für 25 cbm Luftraum.

[2]) Tödliche Dosis reiner gasförmiger Blausäure = 0,06 g = 50 ccm.

Zur Fernhaltung von Ungeziefer aller Art vom menschlichen Körper ist das Einstreuen von Insektenpulver oder der bei der Bekämpfung der Kleiderläuse angegebenen Mittel in die Unterwäsche zu versuchen. Das Tragen seidener Unterwäsche soll angeblich einen gewissen Schutz gegen das Befallenwerden durch Läuse u. dgl. bieten, doch ist dieser Schutz jedenfalls nur gering.

Hierher gehört auch die Bekämpfung der Fliegenplage. Daß die Stechfliege (Stomoxys calcitrans, Abb. 66b) gewisse Infektionskrankheiten (z. B. Milzbrand) übertragen kann, darf als sicher angenommen werden. Die gewöhnliche Stubenfliege (Musca domestica, Abb. 66a) kommt zweifellos häufig als Verschlepper solcher Infektionserreger in Betracht, für welche die Eingangspforte der Magendarmkanal bildet (Brechdurchfälle, Ruhr, Typhus usw.). Die Maßnahmen zu ihrer Bekämpfung sind bekannt (Verbrennung von Insektenpulver; Fliegenleim; Auslegen von Gift[1]) enthaltendem, gezuckerten feuchten Fließpapier; Zugluft).



Abb. 66a. Stubenfliege (Musca domestica).



Abb. 66b. Stechfliege (Stomoxys calcitrans).

Gegenüber der durch die öffentliche Gesundheitspflege gewährleisteten Prophylaxe spielt die individuelle Prophylaxe gegenüber den Infektionskrankheiten eine bescheidenere Rolle. Von ziemlich sicherem Erfolg kann sie nur sein gegenüber den Wundinfektionskrankheiten und den Geschlechtskrankheiten, desgleichen gegenüber den Infektionskrankheiten, deren Einfallspforte der Magendarmkanal ist, ganz unsicher ist sie aber gegenüber den Krankheitserregern, welche die Infektion auf dem Respirationswege vollziehen.

Die Erhöhung der allgemeinen Widerstandsfähigkeit gegen Infektionen durch rationelle Lebensweise, Ernährung, Kleidung usw. fällt ebenfalls unter die individuelle, persönliche Prophylaxe. Welcher Art die zu ergreifenden Schutzmaßnahmen sein müssen, ergibt sich bei Kenntnis der Krankheitserreger und ihrer Invasionswege von selbst.

Hingewiesen möge hier nur noch einmal werden auf die zweifellos hohe, wenn auch statistisch nicht belegbare sanitäre Bedeutung der Händereinigung für die Prophylaxe, namentlich vor Beginn einer jeden Mahlzeit. Zur Verhütung der Tröpfcheninfektion muß ferner das Publikum durch Wort und Schrift dazu erzogen werden, das Husten bei unbedecktem Munde zu unterlassen.

[1]) Außer arseniger Säure wird auch Formalin und salicylsaures Natron empfohlen.

B. Gesetzliche Bestimmungen.

Über das Arbeiten mit Krankheitserregern und über ihre Versendung enthält eine Bekanntmachung des Reichskanzlers vom 21. November 1917 die vom Bundesrat erlassenen Vorschriften.

Die Grundlage für die Bekämpfung der Infektionskrankheiten im Deutschen Reiche und im Königreich Preußen (auf die übrigen Bundesstaaten kann hier nicht Bezug genommen werden) sind das aus 49 Paragraphen bestehende Reichsgesetz, betreffend die Bekämpfung **gemeingefährlicher** Krankheiten vom 30. Juni 1900 (wohl auch kurz das „Reichsseuchengesetz" genannt) und das aus 38 Paragraphen bestehende preußische Gesetz, betreffend die Bekämpfung **übertragbarer** Krankheiten vom 28. August 1905, nebst den allgemeinen Ausführungsbestimmungen.

Als gemeingefährlich im Sinne des Reichsgesetzes gelten Aussatz (Lepra), Cholera, Fleckfieber, Gelbfieber, Pest und Pocken, als übertragbar im Sinne des preußischen Gesetzes: Diphtherie, Genickstarre (epidemische), Kindbettfieber, Körnerkrankheit (Trachom), Rückfallfieber, Ruhr, Scharlach, Typhus, Milzbrand, Rotz, Tollwut, Fleisch-, Fisch- und Wurstvergiftung, Trichinose, ferner unter gewissen Voraussetzungen auch Lungen- und Kehlkopftuberkulose, Syphilis, Tripper, Schanker. Vorübergehend sind die Bestimmungen des Gesetzes auch auf die epidemische Kinderlähmung auf Grund des § 11 des preuß. Gesetzes ausgedehnt worden.

Das preußische Gesetz lehnt sich in seiner Gliederung an das Reichsgesetz an, und zwar entsprechen sich folgende Paragraphen:

Abschnitt	Reichsgesetz	Preuß. Gesetz
Anzeigepflicht	§§ 1—5	§§ 1—5
Ermittelung der Krankheit durch den beamteten Arzt	§§ 6—10	§§ 6—7
Schutzmaßregeln	§§ 11—21	§ 8 Ziff. 1—13
Verkehrsbeschränkungen gegenüber dem Ausland	§§ 24—25	§ 10
Besondere Bestimmungen	§ 35	§§ 9 u. 11

Die vorstehend nicht genannten Paragraphen enthalten Angaben über die zuständigen Behörden, Entschädigungen, Kosten, Strafen usw.

In der nachstehenden tabellarischen Zusammenstellung sind die wichtigsten Punkte der beiden Gesetze noch einmal genannt; die angeführten Paragraphen beziehen sich fast ausschließlich auf das Reichsgesetz. Man erkennt auf den ersten Blick, daß bei den gemeingefährlichen Krankheiten fast alle Maßnahmen, welche angeordnet werden können, auch in Frage kommen, daß dagegen bei den übertragbaren Krankheiten eine Auswahl der Maßnahmen stattgefunden hat. Immerhin hebt sich die Gruppe: Ruhr, Diphtherie, Typhus, Scharlach und Rückfallfieber dadurch heraus, daß bei ihnen die Bekämpfung am eingehendsten gestaltet ist. Durch Bekanntmachung des Reichskanzlers vom 28. Sept. 1909 ist die Anzeigepflicht auch auf die Fälle von Milzbrandverdacht ausgedehnt worden.

Zu beachten ist beim Reichsgesetz auch besonders der § 35, welcher vorschreibt, daß die dem allgemeinen Gebrauch dienenden Einrichtungen für Versorgung mit Trink- oder Wirtschaftswasser und für Fortschaffung der Abfallstoffe fortlaufend durch staatliche Beamte zu überwachen sind und daß ferner die Gemeinden verpflichtet sind und dazu angehalten werden können, für die Beseitigung der vorgefundenen gesundheitsgefährlichen Mißstände Sorge zu tragen. (Weiteres hierüber s. beim Kapitel Wasserversorgung und Beseitigung der Abfallstoffe.)

Bemerkenswert ist ferner der § 43, auf Grund dessen die Bildung des Reichs-Gesundheitsrates stattgefunden hat.

Hinsichtlich des preußischen Gesetzes ist besonders zu beachten, daß Erkrankungen an Tuberkulose nicht unter das Gesetz fallen ebensowenig wie die venerischen Erkrankungen. Anzeigepflichtig sind nur Todesfälle an Lungen- und Kehlkopftuberkulose und ferner kann bei gewerbsmäßig Unzucht treibenden Personen eine zwangsweise Behandlung erworbener venerischer Leiden angeordnet werden. Das gleiche gilt für das Trachom.

Eine Verordnung des Reichsamts für wirtschaftliche Demobilmachung vom 11. Dez. 1918 sieht eine zwangsweise Behandlung Geschlechtskranker unter Umständen vor und bedroht die Ausübung des Beischlafs wissentlich geschlechtskranker Personen mit Gefängnis bis zu 3 Jahren.

Unter dem 21. März 1907 hat der Bundesrat eine allgemeine Desinfektionsanweisung beschlossen, welche die Grundlage für den Erlaß besonderer einzelstaatlicher Desinfektionsanweisungen und der Anweisungen zur Bekämpfung bestimmter Infektionskrankheiten bildet (vgl. das vorstehende Kapitel: Desinfektion).

Zu den einzelnen gemeingefährlichen Krankheiten (mit Ausnahme des Gelbfiebers) sind vom Bundesrat besondere Anweisungen erlassen worden [1]). Desgleichen sind preußischerseits Sonderanweisungen zur Bekämpfung der Diphtherie, der Genickstarre, des Kindbettfiebers. der Körnerkrankheit, der Ruhr, des Scharlachs, des Typhus, des Milzbrands und des Rotzes gegeben [2]).

Neben den allgemeinen Ausführungsbestimmungen des Bundesrats zum Reichsseuchengesetz sind noch zu nennen die Vorschriften über die gesundheitliche Behandlung der Seeschiffe in den deutschen Häfen vom 23. Juni 1906. Dieselben fußen zum Teil auf den Vereinbarungen der internationalen Sanitätsübereinkunft vom 3. Dez. 1903 zu Paris.

Durch diese ist zwischen den Vertragsstaaten die internationale Anzeigepflicht für Cholera, Pest (und Gelbfieber) festgelegt worden, auf Grund welcher es möglich ist, die Verseuchung einzelner Häfen des Weltverkehrs festzustellen. Als Inkubationszeit für Cholera und Pest sind 5 Tage angenommen, so daß 5 Tage nach der Erledigung des letzten Falles der Hafen wieder seuchenfrei ist. Die Übereinkunft setzt nur die oberste Grenze fest, welche von den beteiligten Staaten bei ihren Abwehrmaßnahmen nicht überschritten werden sollen. Ihr Wert ist daher ein beschränkter und das Wichtigste bleiben die im eigenen Lande getroffenen Abwehrmaßregeln.

Die Vorschriften über die gesundheitliche Behandlung der Seeschiffe in den deutschen Häfen sollen möglichst die Einschleppung von Cholera, Pest, Fleckfieber, Pocken, Aussatz und Gelbfieber verhindern.

[1]) Amtliche Ausgaben im Verlage von Julius Springer, Berlin W. 9.

[2]) Amtliche Ausgaben im Verlage von Richard Schoetz, Berlin S. W. 48. Diese amtlichen Ausgaben enthalten als Anlagen die Desinfektionsanweisungen, Ratschläge an Ärzte für die Bekämpfung der betreff. Krankheit, gemeinverständliche Belehrung u. a.

Tabellarische Zusammenstellung der gesetzlichen Schutzmaßregeln gegen ... Deutschen Reich

Maßnahmen, welche getroffen werden können	§ des R.G.	„Gemeingefährliche" Krankheiten: Cholera	Fleckfieber	Pest	Pocken	Lepra	Gelbfieber
Anzeigepflicht . . . . 1. bei Verdacht, 2. bei Erkrankungen, 3. bei Todesfällen.	1—5	+ Anzeigepflicht bei 1., 2., 3.	+	+	+	+	+
Ermittelung der Krankheit durch den Kreisarzt	6—10	+	+	+	+	+	–
Beobachtung der Kranken	12	+	+	+	+	+	–
Polizeiliche Anmeldung zureisender Personen	13	+	+	+	+	+	–
Absonderung der Kranken (ev. Krankenhausbehandlung)	14	+	+	+	+	+	–
Kenntlichmachung infizierter Häuser	14	+	+	+	+	+	+
Verkehrsbeschränkung für Pflegepersonal	14	+	+	+	+	+	–
Überwachung der Herstellung von gewissen Gegenständen	15	+	+[4])	+	+	+	+[4])
Verbot der Ausfuhr von gewissen Gegenständen	15	+	+	+	+	—	–
Beschränkung des Hausierhandels . .	15	+	+	+	+	+	+[4])
Beschränkung von Märkten usw. . . .	15	+	+	+	+	+	+
Fernhaltung vom Schulunterricht	16	+	+	+	+	+	+
Schließung von Brunnen, Wasserleitungen und Badeanstalten .	17	+	+[4])	+[4])	+[4])	—	—
Einrichtung von Wasserleitungen und Kanalisationen	35	+	+[4])	+	+	—	–
Räumung von Wohnungen	18	+	+	+	+	+	+
Desinfektion oder Vernichtung von Gegenständen	19	+	+	+	+	+	+[4])
Vorsichtsmaßregeln bei der Bestattung	21	+	+	+	+	+	+
Zwangsweise Behandlung	9[5])	—	—	—	—	—	—

[1]) Falls sich die betreff. Vorschrift nicht im ursprünglichen Gesetz selbst findet. oder zeitweise erlassen worden ist, ist das Kreuz mit einer Klammer umgeben worden.
[2]) Nur Todesfälle an Lungen- und Kehlkopftuberkulose.
[3]) Nur die ersten Fälle.
[4]) Vorgeschrieben, aber nach dem heutigen Stand der Kenntnisse zwecklos.
[5]) Des preuß. Gesetzes.

die Verbreitung gemeingefährlicher und übertragbarer Krankheiten im und in Preußen.

„Übertragbare“ Krankheiten

Milzbrand	Ruhr	Diphtherie	Typhus	Scharlach	Rückfallfieber	Rotz	Genickstarre	Kindbettfieber	(Kinderlähmung)	Trachom	Geschlechtskrankheiten	Tuberkulose	Tollwut	Trichinose	Fleischvergiftung
+	+	+	+	+	+	+	+	+	(+)[1]	+	—	—[2]	+	+	+
bei 1. 2., 3.	bei 2., 3.					bei 2., 3.						nur bei 3.	bei 2., 3.		
+	+	+[3])	+	+[3])	+	+	+	+	+	+[3])	—	—	+	+	+
—	—	—	+	—	+	+	—	—	—	+	+	—	—	—	—
—	—	—	+	—	+	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—
—	+	+	+	+	+	+	+	—	—	—	+	—	+	—	—
—	—	—	+	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	+	+	+	+	—	(+)	+	—	—	—	—	—	—	—
+	—	+	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
+	—	+	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	+	—	+	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	+	+	+	+	+	—	+	—	+	—	—	—	—	—	—
—	+	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	+	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	+	—	+	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
+	+	+	+	+	+	+	+	+	—	+	—	+	—	—	—
+	+	+	+	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	—	—	—	—

sondern nur nach dem Stand unserer derzeitigen Anschauungen geboten erscheint.

Liegt nach der Provenienz oder nach dem Gesundheitszustand auf dem Schiffe die Gefahr einer Seucheneinschleppung vor, so ist die ärztliche Untersuchung des Schiffes und seiner Insassen bei seiner Ankunft vor der Zulassung zum freien Verkehr vorzunehmen, wenn das Schiff im Abfahrtshafen oder während der Reise, jedoch längstens in den letzten 6 Wochen, eine gemeingefährliche Krankheit an Bord gehabt oder einen als verseucht erklärten Hafen innerhalb der letzten 6 Wochen berührt hat, oder wenn auf dem Schiffe im Abfahrtshafen oder während der Reise die Rattenpest oder ein auffälliges Rattensterben festgestellt worden ist[1]). Cholera- bzw. pestverseucht ist ein Schiff, wenn es Kranke an Bord hat oder in den letzten 7 Tagen ein Cholera- oder Pestfall vorgekommen ist. Beträgt

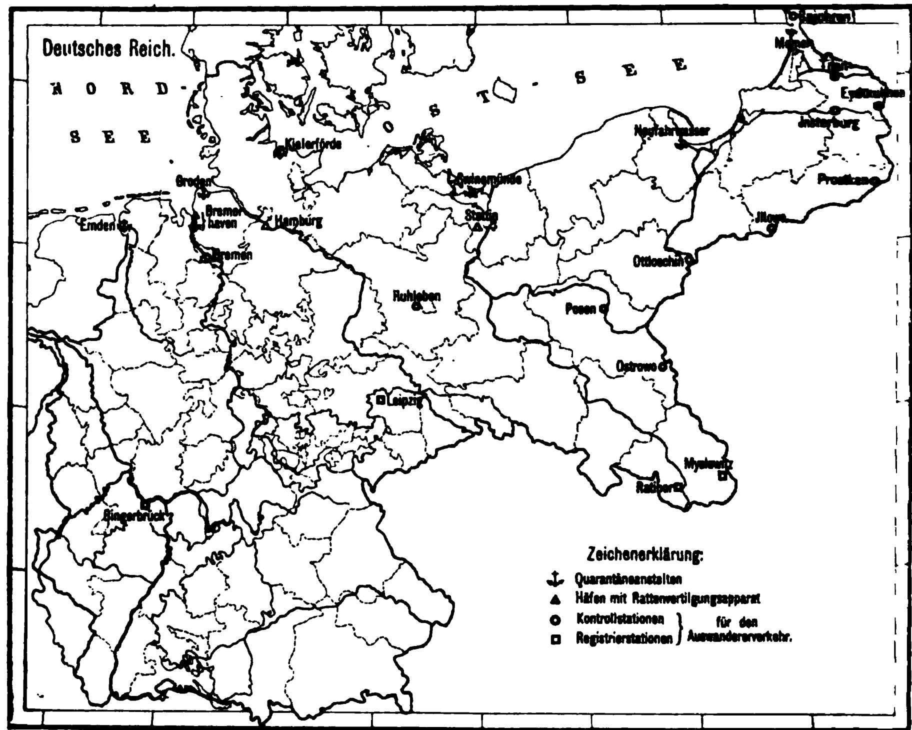


Abb. 67. Quarantäneanstalten, Kontroll- und Registrierstationen für den Auswandererverkehr aus dem Auslande. Nach einer Darstellung des Reichsgesundheitsamtes.

die letztgenannte Frist 6 Wochen, so ist es verdächtig. Maßnahmen im ersten Fall: Absonderung der Kranken in der Quarantänestation, 5—10tägige Beobachtung oder Überwachung der übrigen Personen (Reisende dürfen weiterfahren, werden aber gemeldet), Desinfektion, Rattenvertilgung. Im zweiten Fall: 5tägige Beobachtung der Besatzung und der Reisenden kann stattfinden, wenn der beamtete Arzt es für nötig hält. Falls der verseuchte Hafen erst innerhalb 5 Tagen verlassen wurde, kann 5tägige Beobachtung vorgeschrieben werden.

An der preußischen Küste (einschließlich Bremen) liegen 6 Quarantäneanstalten. Hierzu tritt die Hamburger Quarantäneanstalt bei Groden. Mehrere dieser Anstalten verfügen über einen Apparat zur Vertilgung der Ratten in pestverdächtigen Schiffen, meist vom System Nocht-Giemsa (Entwicklung von kohlenoxydreichem Generatorgas). Vgl. hierzu die Karte Abb. 67.

---

[1]) Ein der Untersuchung unterliegendes Schiff hißt bei der Annäherung an den Hafen eine gelbe Flagge am Fockmast, bis es zum freien Verkehr zugelassen ist.

Da Deutschland nicht nur von der See her der Gefahr der Einschleppung von Seuchen ausgesetzt ist, sondern auch in hohem Maße aus dem Auslande seitens durchreisender Auswanderer auf dem Landwege, namentlich von seiner Ostgrenze her, so sind in Verbindung mit den großen Schiffahrtsgesellschaften eine Reihe von Kontroll- und Registrierstationen für den Auswandererverkehr eingerichtet worden (die Berlin nächstgelegene ist Ruhleben), deren Lage ebenfalls aus der Abb. 67 hervorgeht. Hier unterliegen die Auswanderer einer ärztlichen Kontrolle und Absonderung. Auch pflegen sie in besonderen Auswandererzügen weiter befördert zu werden. In den Einschiffungshäfen Bremen und Hamburg stehen besondere Auswandererhallen zur Verfügung, in welchen die Auswanderer bis zum Abgang der Schiffe gesondert untergebracht werden.

Droht eine Cholerainvasion von der östlichen Grenze Deutschlands, so tritt ein umfassender Wach- und Kontrolldienst auf den östlichen Wasserstraßen in Tätigkeit, um eine Einschleppung der Cholera auf dem Wasserwege (hauptsächlich durch die russischen Flößer) zu verhüten. Die Überwachungsstellen sind bisher im gegebenen Fall sowohl an der Memel und Weichsel, als auch in den anderen mehr westlich gelegenen Stromgebieten eingerichtet worden. Grundsätze für die gesundheitliche Überwachung des Binnenschiffahrts- und Flößereiverkehrs finden sich in der Anlage 9 der amtlichen Anweisung zur Bekämpfung der Cholera.

Auch für den Eisenbahnverkehr gelten besondere Vorschriften zur möglichsten Vermeidung der Verschleppung von Infektionskrankheiten (Eisenbahnverkehrsordnung vom 23. Dez. 1908 mit der Änderung vom 24. Jan. 1914).

Beim Auftreten von Pest, Cholera, Pocken, Fleckfieber sind Arztstationen und Krankenübergabestationen einzurichten, jedoch findet eine allgemeine oder regelmäßige Untersuchung der Reisenden nicht statt. Erkrankt ein Reisender während der Fahrt, so wird er von den Mitreisenden abgesondert. Reisegepäck wird nur auf besondere Anordnung hin desinfiziert.

Der Briefpostverkehr erleidet bei dem Auftreten von Seuchen keine Beschränkungen, diese sind dagegen hinsichtlich des Paketpostverkehrs beim Herrschen von Cholera, Fleckfieber, Pest und Pocken zulässig.

Einer besonderen staatlichen Fürsorge erfreut sich dann noch die Bekämpfung der Pocken und die Bekämpfung des Typhus im Südwesten des Reiches.

Der Kampf gegen die Pocken (vgl. auch S. 85) stützt sich auf das Reichsimpfgesetz vom 8. April 1874.

Nach den Beschlüssen des Bundesrats vom 22. März 1917, die an Stelle der Beschlüsse vom 28. Juni 1899 getreten sind, müssen bei der Impfung folgende Gesichtspunkte beobachtet werden. Die Impfung ist sowohl bei öffentlichen als auch bei Privatimpfungen nur mit Tierlymphe vorzunehmen. Der Impfstoff ist aus staatlichen Impfanstalten zu beziehen oder aus konzessionierten Privatimpfanstalten. Impfstoff, der vor mehr als drei Monaten abgenommen ist, darf nicht abgegeben werden. Die zu impfenden Kinder sind vom Impfarzt vor der Impfung zu besichtigen. Kinder, die an schweren akuten oder chronischen, die Ernährung stark beeinträchtigenden Krankheiten leiden, sollen in der Regel nicht geimpft und nicht wiedergeimpft werden. Die Impfung ist unter Anwendung aller Vorsichtsmaßregeln auszuführen, die geeignet sind, Wundinfektionskrankheiten fernzuhalten. Es sind daher nur ausgeglühte oder abgekochte Instrumente zu benutzen. Die Impfung wird bei Erstimpflingen auf demjenigen Oberarm, welchen die begleitenden Angehörigen bestimmen, vorgenommen, bei Wiederimpflingen der Regel nach auf dem linken Oberarm. Es sind 4 seichte Schnitte

L
die G
des S
Verh
jedo
an
6 W
de
ist
o



w
B
be
ver

tän
Grod
Vertil
Noch
Vgl. hie

1) Ein
den Hafen

·kämpfung der Geschlechtskrankheiten vgl. das Kapitel Prostitution.

Zur Bekämpfung der Tuberkulose fehlen unmittelbare gesetzhe Handhaben in den angezogenen Gesetzen. Sie ist mehr eine Aufabe der kommunalen Wohlfahrtspflege und wird auch durch ie Reichsversicherungsordnung gefördert. Das Nähere siehe nter Tuberkulose.

Gegen die Gefahren, welche der menschlichen Gesundheit durch rkrankte Tiere drohen, gewähren Schutz die Ausführungsbestimungen des Bundesrats vom Jahre 1909 zum Gesetz, betr. die chlachtvieh- und Fleischbeschau vom 3. Juni 1900 und das eichs-Viehseuchengesetz vom 26. Juni 1909 nebst Ausführungsestimmungen vom 7. Dez. 1911, besonders die Abschnitte: Milzbrand, ollwut, Rotz, Maul- und Klauenseuche und Tuberkulose des Rindviehs. Näheres im Abschnitt Nahrungsmittel. Ferner wäre zu erwähnen das Reichsgesetz, betr. die Beseitigung von Tierkadavern vom 17. Juni 1911 und der preußische Ministerialerlaß, betr. die bakeriologische Fleischbeschau vom 20. April 1914.

Für die Bekämpfung des Milzbrandes in gewerblichen Betrieben ist die Bekanntmachung des Reichskanzlers vom 28. Januar 1899 und 22. Okt. 1902, betreffend die Einrichtung und den Betrieb der Roßhaarspinnereien, Haar- und Borstenzurichtereien usw. von Bedeutung.

Die Abschnitte XXII—XXIV (§§ 82—90) der Dienstanweisung für die preußischen Kreisärzte vom 1. Sept. 1909 befassen sich mit der Verhütung und Bekämpfung übertragbarer Krankheiten.

VII. Untersuchungsmethoden.

Im folgenden sollen und können nur einige wichtigere Untersuchungsverfahren kurz angeführt werden. Einzelheiten und Angaben über andere Methoden sind unschwer aus der reichhaltigen Literatur zu entnehmen, welche gerade hierüber besteht und auf welche am Schluß des Abschnittes hingewiesen ist.

A. Allgemeine bakteriologische Methodik.

Damit ein Mikroorganismus als Krankheitserreger angesprochen werden kann, müssen möglichst folgende Forderungen erfüllt sein:

Der Mikroorganismus muß sich bei der betreffenden Erkrankung stets vorfinden, er muß in Reinkultur zu gewinnen sein und die Verimpfung der Reinkultur auf empfängliche Organismen muß jedesmal die betreffende Infektionskrankheit hervorrufen.

Diese, z. T. schon von Henle 1840 aufgestellten Forderungen waren erst erfüllbar, nachdem Methoden der Bakterienbeobachtung und der Isolierung der Bakterien in Reinkultur gefunden waren.

1. Bakterienbeobachtung.

Um die Mehrzahl der Bakterien sichtbar zu machen, ist die Anwendung starker Vergrößerungen unerläßlich, d. h. die Benutzung eines Mikroskops mit Immersionssystem (de Amici, Stephenson, Abbe) in Verbindung mit einem besonderen verstellbaren Beleuchtungsapparat (Abbescher Kondensor mit Irisblende), welcher die von einem Planspiegel reflektierten parallelen Strahlen nahe der Objektebene vereinigt.

Die Untersuchung lebender Bakterien geschieht unter Verwendung eines hohlgeschliffenen Objektträgers und eines Deckglases im „hängenden Tropfen". Die Einstellung des Tropfens erfolgt zunächst mit schwachem Trockensystem und engster Blende; dann wird unter Anwendung der homogenen Ölimmersion (700—1200fache Vergrößerung) bei mäßig erweiterter Blende und Planspiegel untersucht. Bisweilen, z. B. bei der Untersuchung der Spirochäten, empfiehlt es sich auch, die sog. Dunkelfeldbeleuchtung anzuwenden oder das Tusche-Ausstrichverfahren nach Burri. Bei dem ersteren Verfahren wird unter den Abbeschen Kondensor eine zentrale Scheibe eingelegt und durch eine Blende im Objektiv dafür gesorgt, daß nur die am Objekt abgebeugten Strahlen in das Objektiv gelangen können. Auch mit dem Paraboloidkondensor von Zeiß u. a. läßt sich Dunkelfeldbeleuchtung erzielen (Trockensystem, Öltropfen zwischen Objektträger und Kondensor! Starke Lichtquelle). Beim Tuscheverfahren wird chinesische Tusche mit gleichen Mengen des Untersuchungsmaterials auf dem Objektträger in dünner Schicht ausgestrichen und nach dem Trocknen mit Ölimmersion untersucht (vgl. Abb. 14).

Läßt man das bakterienhaltige Material (Aufschwemmung einer Reinkultur, Ausstriche bakterienhaltiger Körperflüssigkeiten usw.) in dünner Schicht auf dem Deckgläschen an der Luft trocken werden und zieht das Präparat mit der Schichtseite nach oben einige Male behufs Fixation rasch durch die nichtleuchtende Flamme des Bunsenbrenners, so kann man die nunmehr festhaftenden Bakterien durch Auftröpfeln von bestimmten Farbstofflösungen auf die Präparatenschicht, nachheriges Abspülen mit Wasser usw. färben[1]).

Die Bakterien verhalten sich den Farbstoffen gegenüber wie die Zellkerne, d. h. sie nehmen die basischen Anilinfarben (Methylenblau, Fuchsin, Gentianaviolett) an. Hierbei gibt Methylenblau die differenzierteste Färbung. Zur Färbung der Zellen selbst und der Interzellularsubstanz usw. bedient man sich der sauren Farbstoffe, in erster Linie des Eosins. Von den basischen Anilinfarben werden konzentrierte alkoholische Lösungen hergestellt und zum Gebrauch mit Wasser verdünnt. Bequem sind auch die Farbstifte nach Friedberger.

Zur Erhöhung der Färbekraft werden den Farbstoffen oft andere Substanzen beigemengt, so Kalilauge (Löfflers Methylenblau), Anilinwasser (Anilinwasser-Fuchsin- oder Gentianaviolettlösung), Karbolsäure (Karbolfuchsin) u. a. Für die Protozoenfärbung (Blutpräparat) ist namentlich eine Farbstoffmischung aus Methylenblau (bzw. Methylenazur) und Eosin (Romanowsky, Giemsa) wichtig.

Die Betrachtung des fertiggestellten gefärbten Präparates unter dem Mikroskop erfolgt unter Anwendung der homogenen Ölimmersion bei völlig geöffneter Blende.

Durch bestimmte Färbeverfahren lassen sich etwa vorhandene Sporen (sowie die ähnlich schwer färbbaren Tuberkelbazillen) und die Geißelfäden der Bakterien darstellen. Gewisse Bakterien, welche man mit Gentianaviolett (oder einem anderen zu den Pararosanilinen gehörenden Farbstoff) tingiert hat, halten die sich bei nachfolgender Behandlung mit Jodjodkaliumlösung bildende blauschwarze Jodpararosanilinverbindung so fest, daß sie durch nachfolgender Behandeln mit Alkohol nicht wieder entfernt wird, andere dagegen geben unter diesen Umständen die Farbe

[1]) Sicher abgetötet werden die vegetativen Formen nur bei der Gramschen Färbung.

wieder ab. Mittels dieser „Gramschen Färbemethode" lassen sich demnach die Bakterien in zwei verschiedene Gruppen teilen („grampositive" und „gramnegative"), was differentialdiagnostisch von Bedeutung sein kann. (Vgl. die Angaben bei den einzelnen Mikroorganismen.)

2. Isolierung der Bakterien.

Zwecks Isolierung der Bakterien und zur Herstellung von Reinkulturen muß mit sterilen, d. h. durch Dampf oder trockene Hitze keimfrei gemachten Nährlösungen, Gefäßen usw. gearbeitet werden.

Die Isolierung der Bakterien geschieht durch die Verdünnungsmethode, die Ausstrichmethode, die Sprühmethode oder (am häufigsten) durch die Verwendung gelatinierender Nährböden (Kochsches Plattenverfahren).

Bei der Verdünnungsmethode (Nägeli, Pasteur, Brefeld, Lindner, Burri) wird die das Bakteriengemisch enthaltende Flüssigkeit mit steriler Flüssigkeit soweit verdünnt, daß bestimmte Mengen (z. B. ein Tröpfchen oder 1 ccm derselben) nur noch höchstens einen Keim enthalten. Bei der Ausstrichmethode (v. Drigalski u. a.) wird die an einem Draht oder Pinsel haftende Bakterienmasse durch fortgesetztes Überstreichen über sterile feste Nährböden (gewöhnlich Agarplatten) soweit mechanisch abgerieben, daß schließlich nur noch einzelne Bakterien auf den Nährboden gelangen. Bei der Sprühmethode (Spitta und A. Müller) wird die bakterienhaltige Flüssigkeit gegen eine Fläche sterilen Nährbodens gesprüht. Die feinsten, einzelne Bakterien enthaltenden Wassertröpfchen werden dadurch voneinander getrennt (vgl. Abb. 3). Bei dem Kochschen Plattenverfahren impft man das zu untersuchende Bakteriengemisch in einen durch Erhöhung der Temperatur verflüssigten gelatinierenden durchsichtigen Nährboden (Nährgelatine oder Nähragar), gießt den so beimpften Nährboden nach guter Durchmischung auf sterile Glasplatten oder in sterile Schalen in dünner Schicht aus und läßt dann den Inhalt bei niederer Temperatur erstarren. Die in der Nährflüssigkeit verteilten und durch die Erstarrung des Nährbodens fixierten Bakterien vermögen nun, voneinander getrennt, zu einzelnen Kolonien heranzuwachsen.

Diese auf den Nährböden herangewachsenen, makroskopisch sichtbar gewordenen Kolonien bilden, sofern sie aus isoliert gewesenen einzelnen Keimen stammen, die Grundlage für die Anlage der Reinkulturen. Zu diesem Zweck impft man mit steriler Platinnadel die gesondert liegende Kolonie auf einen sterilen Nährboden ab und läßt sie auf demselben bei einer geeigneten Temperatur (bei menschenpathogenen Mikroorganismen z. B. bei 37°) weiter auswachsen (Bakterienzüchtung). Die Züchtung kann entweder bei Sauerstoffzutritt oder bei Sauerstoffabschluß erfolgen. Von den häufigst verwendeten festen durchsichtigen Nährböden verträgt die Fleischwasserpeptonkochsalzgelatine (Gelatinegehalt 10—15 %) die Temperatur von 37° nicht, da sie schon bei etwa 27° schmilzt [1]). Man benutzt daher für die höhere Temperatur meist Fleischwasserpeptonkochsalzagar (Gehalt an Agar-Agar 2—3%), welchen man in sterilen Reagenzgläsern in schräger Schicht hat erstarren lassen. Dieser Nährboden schmilzt erst bei 95—100° und geht beim Abkühlen erst wieder bei etwa 40° in den festen Zustand über.

Fehlt in diesen beiden Nährböden die gelatinierende Substanz (Gelatine, Agar-Agar), so hat man einen flüssigen Nährboden, die Fleischwasserpeptonkochsalzbouillon [2]), die Grundlage der gebräuchlichsten Nährböden für die Bakterienzüchtung.

Als Zusätze zu diesen Nährböden kommen in Betracht: Traubenzucker (½—1%), Glyzerin (2—8%), Blutserum (bis 50%), Blut (10%) u. a. Die Zusätze geschehen meist zum Nähragar oder zur Nährbouillon.

Von sonstigen nicht durchsichtigen Nährböden seien genannt: erstarrtes Blutserum, sterilisierte Milch und gekochte Kartoffeln. Wegen einiger Spezialnährböden vgl. unter Nr. 7.

---

[1]) Vorschriften zur Herstellung der Nährgelatine für die Zwecke der Wasseruntersuchung s. unter B dieses Abschnittes.

[2]) Zur Herstellung eines Liters Nährbouillon benötigt man 500 g Fleisch, 5 g Kochsalz (oder 10 g Liebigschen Fleischextrakt) und 10 g Pepton Witte. Die Reaktion wird neutral oder schwach alkalisch gehalten.

Zu der mikroskopischen Untersuchung und dem Beobachten des kulturellen Verhaltens gesellen sich vielfach als weitere wichtige Hilfsmittel der Tierversuch und die serodiagnostische Untersuchung.

3. Tierversuch.

Für die Versuche an Tieren (Mäuse, Ratten, Meerschweinchen, Kaninchen, Affen u. a.) sind eine Reihe von Hilfsapparaten notwendig, auf welche hier nicht eingegangen werden kann. Von den zahlreichen Methoden der antigenen Einverleibung körperfremder Substanzen sind die häufigsten: die subkutane, die intraperitoneale und die intravenöse. Bei der Verfütterung werden körperfremde Eiweißstoffe durch die Verdauungssekrete soweit abgebaut (bis zu den Aminosäuren), daß sie nicht mehr als Antigene wirken.

Die subkutane Impfung erfolgt entweder nach Anlegung einer Hautwunde mit der Platinnadel u. dgl. oder mittels Injektionsspritze; die intraperitoneale Injektion mittels stumpfer Kanüle in der Unterbauchgegend nach Entfernung der Haare und Freilegung der Muskulatur an einer kleinen Stelle; die intravenöse Injektion mittels scharfer Kanüle beim Kaninchen in die äußere Randvene des Ohres, sonst meist in die Vena jugularis nach Freilegung derselben.

Die Blutentnahme zwecks Gewinnung von Blutserum und roten Blutkörperchen (Hämolyseversuche [1])) erfolgt beim Kaninchen wieder aus der Randvene des Ohres (Ausbeute etwa bis zu 10 ccm), sonst aus der gestauten V. jugularis oder der Carotis oder den Herzkammern. Auch aus den Schlachthäusern ist unter Umständen Blut zu erhalten. Besondere Vorsichtsmaßregeln sind in jedem Fall zu treffen, damit das Blut steril gewonnen wird.

Zur Serumgewinnung saugt man das Blut entweder in Kapillaren auf, welche an den Enden durch Siegellack verschlossen und dann zentrifugiert werden (das abgeschiedene Serum ist dann leicht durch Abschneiden des damit gefüllten Teiles der Kapillare zu erhalten) oder man fängt es in Reagenzgläsern oder anderen Gefäßen auf und läßt in denselben die Trennung von Serum und Blutkuchen durch Stehenlassen sich vollziehen. Das Serum wird dann abgegossen und eventuell nach Verdünnung mit steriler 0,86 %iger Kochsalzlösung durch Zentrifugieren von den noch anhaftenden kleinen Mengen roter Blutkörperchen befreit. Sera kann man durch Zusatz von 0,5% Karbolsäure, durch Entkeimung mittels Berkefeldfilters, durch Kälte und durch Eintrocknen im Vakuum konservieren.

Die roten Blutkörperchen erhält man, indem man das Blut beim Auffangen gleich defibriniert oder seine Gerinnung durch geeignete Mittel verhindert, dann mit dem zehnfachen Volumen physiologischer Kochsalzlösung (0,86%ig) versetzt, zentrifugiert und diese Prozedur noch einige Male wiederholt. Auf diese Weise erfolgt eine gründliche Waschung der roten Blutkörperchen.

4. Immunisierung von Tieren zur Gewinnung von Blutserum zu diagnostischen Zwecken.

Je nach der Art des dem Körper des Tieres einverleibten Antigens (des Antikörper bildenden Stoffes) lassen sich folgende serodiagnostische Methoden unterscheiden:

a) Benutzung antitoxischer Sera.

Sie spielen als diagnostische Mittel keine Rolle. Wegen der Gewinnung antitoxischer Sera zu prophylaktischen und therapeutischen Zwecken vgl. die Kapitel Diphtherie, Dysenterie, Gasbrand, Tetanus.

[1]) Für die Ausführung der Widalschen Reaktion am Menschen entnimmt man das Blut mittels einer Kapillare nach Einstich in das mit Alkohol gereinigte Ohrläppchen.

b) Benutzung bakterizider und hämolytischer Sera.

α) Pfeifferscher Versuch.

Er dient zur differentialdiagnostischen Unterscheidung sonst nicht sicher trennbarer Bakterien, hauptsächlich zur Sicherstellung der Choleradiagnose. Die zu prüfende, etwa 18 Stunden alte Bakterienkultur, z. B. eine aus einem choleraverdächtigen Stuhl isolierte Agarkultur, wird, mit spezifischem hochwertigen Immunserum (z. B. Choleraserum) gemischt, Meerschweinchen intraperitoneal eingespritzt.

Tritt nach kurzer Zeit im Tierkörper Auflösung der Bakterien zu Körnchen ein, so handelt es sich um eine dem angewandten Serum entsprechende (homologe) Bakterienart, in diesem gewählten Beispiel also um Choleravibrionen.

Eine amtliche Vorschrift zur Anstellung des Pfeifferschen Versuches zwecks bakteriologischer Feststellung der Cholera enthält die vom Bundesrat erlassene Anweisung zur Bekämpfung der Cholera.

Verwendet wird das Serum eines mit bei 60° abgetöteten Choleravibrionen intravenös oder intraperitoneal vorbehandelten Kaninchens. Das Serum muß so hochwertig sein, daß mindestens 0,2 mg (0,0002 ccm) genügen, um 2 mg (eine Normalöse) virulenter Cholerakultur, die mit 1 ccm Bouillon in die Bauchhöhle von Meerschweinchen eingespritzt war, innerhalb einer Stunde in Körnchen aufzulösen. Zur Ausführung des Versuches sind 4 Meerschweinchen von je 200 g Gewicht erforderlich, von welchen zwei als Kontrolltiere dienen, eine 18stündige Agarkultur der zu prüfenden Bakterienart und das Immunserum. Es werden je 1 Normalöse (= 2 mg) der Kultur, verrieben in 1 ccm Nährbouillon, zusammen mit 0,001 und 0,002 mg Immunserum (durch Verdünnung mit Bouillon dosiert) intraperitoneal eingespritzt, 20 Minuten und 1 Stunde danach mittels Glaskapillaren Peritonealexsudat entnommen und bei starker Vergrößerung (Immersion) daraufhin untersucht, ob Auflösung der Bakterien (Körnchenbildung) erfolgt ist. Ist diese Erscheinung bei den beiden Versuchstieren innerhalb einer Stunde eingetreten, während bei den beiden Kontrolltieren, von denen eines nur Kultur und das andere Kultur und normales Serum injiziert erhielten, die Bakterien nicht zerfallen (und z. B. bei Cholera lebhaft beweglich geblieben) sind, so ist der Pfeiffersche Versuch positiv ausgefallen. Die mit Immunserum behandelten Tiere bleiben am Leben, die Kontrolltiere sterben.

Die Reaktion ist absolut spezifisch und daher differentialdiagnostisch wichtig, wenn die Agglutinationsprobe (s. diese) keine sichere Entscheidung bringt.

β) Die Komplementbindung.

Das Prinzip der Methode ist bereits auf S. 18 auseinandergesetzt. Ihre wichtigste Anwendung für spezielle Zwecke ist die Wassermannsche Reaktion zur Syphilisdiagnose (1906).

Bei der Wassermannschen Reaktion dient praktisch als Antigen ein Extrakt aus der Leber von syphilitischen Föten, doch ist das Antigen nicht an das syphilitische Organ als solches gebunden. Die wirksamen Bestandteile sind vielmehr in gewissen Lipoiden enthalten. Die Reaktion geht also nicht auf die spezifischen Spirochäten, sondern auf gewisse chemische Substanzen zurück, die in der syphilitischen Leber besonders reichlich vorhanden sind, in geringer Menge aber auch in anderen Organen vorkommen. Der Extrakt wird nach verschiedenen Methoden hergestellt. Als Antiserum dient das Blutserum von syphilitisch verdächtigen oder die Lumbalflüssigkeit von vermutlich postsyphilitisch Nervenkranken. Die Antisera werden vorher durch halbstündiges Erhitzen auf 56° inaktiviert. Antigen und Antiserum werden mit einem hämolytischen System (Hammelblutkörperchen und inaktiviertes Serum eines mit Hammelblut vorbehandelten Kaninchens) zusammengebracht. Als Komplement dient normales Meerschweinchenserum.

Die Technik ist im einzelnen etwas verschieden ausgebildet worden. Nach den ursprünglichen Angaben v. Wassermanns wird das zu prüfende Patienten-

serum mit dem normalen Meerschweinchenserum und dem Antigen (Extrakt) gemischt und eine Stunde im Brutschrank bei 37° gehalten, dann mit 1 ccm Hammelblutkörperchen und dem hämolytischen Kaninchenserum zusammengebracht und abermals 2 Stunden im Brutschrank aufbewahrt. Während bei den nichtluetischen Kontrollen Hämolyse eintritt, zeigt sich, falls ein Luetikerserum vorliegt, Hemmung der Hämolyse durch Komplementbindung (positive Reaktion). Dem Hauptversuch muß ein hämolytischer Vorversuch vorausgehen.

Die Wassermannsche Reaktion sollte nur von geeigneten Sachverständigen und mit staatlich geprüften Antigenen (Extrakten) und hämolytischen Seris ausgeführt werden. Ein negativer Befund, wenn er auch Lues nicht ausschließt, macht sie doch sehr unwahrscheinlich. Bei einigen anderen Spirochäteninfektionen (Rekurrens, Malaria) kann die Reaktion ebenfalls positiv ausfallen.

Die Komplementbindung kann nach Neißer und Sachs auch zum forensischen Blutnachweis benutzt werden. Sie ist zwar außerordentlich empfindlich, doch ist ihr für forensische Zwecke die Uhlenhuthsche Präzipitationsmethode (s. u.) ihrer relativ größeren Einfachheit wegen meist vorzuziehen.

c) Benutzung agglutinierender Sera.

Durch Benutzung spezifisch agglutinierender hochwertiger Sera läßt sich bei einer Reihe von Krankheitserregern (Choleravibrio, Typhus- und Paratyphusbazillus, Dysenteriebazillus, Pestbazillus, Meningokokken, Rotzbazillus u. a.) mehr oder minder schnell und bequem ihre Identität, andererseits durch Prüfung des Patientenserums mit Reinkulturen bekannter Infektionserreger die Natur der vorliegenden Infektion feststellen (Gruber-Widalsche Reaktion).

Die Proben werden zur Identifizierung von Krankheitserregern am häufigsten bei Cholera und Typhus ausgeführt, zur Krankheitsdiagnose am häufigsten bei Typhus und Ruhr.

Zur Anstellung des Agglutinationsversuches zur Identifizierung, z. B. des Choleravibrio, bedarf man eines Immunserums mit bekanntem Titer (vom Reichsgesundheitsamt, dem Institut für Infektionskrankheiten „Robert Koch“ in Berlin, dem Sächsischen Serumwerk in Dresden u. a. zu beziehen).

Das Serum wird durch mehrmalige Vorbehandlung (intravenöse oder intraperitoneale Injektion) von Kaninchen mit durch Erhitzen auf 60° abgetöteten Bakterienkulturen (im Falle des Beispiels also Choleravibrionen) gewonnen. Es muß hochwertig sein, d. h. in einer Verdünnung von 1: 2000 (mit steriler physiol. Kochsalzlösung) noch zugesetzte Choleravibrionen (z. B. 1 Öse fein zerriebener Reinkultur) ausflocken.

Nach Herstellung verschiedener Serumverdünnungen werden die verdächtigen Bakterien (Kolonien) zunächst im hängenden Tropfen bei schwacher Vergrößerung mit einer mittleren Serumverdünnung, z. B. 1: 100, einer orientierenden Vorprüfung unterzogen (vgl. Abb. 10) und bei positivem Ausfall (deutliche Agglutination nach mindestens 20 Minuten langer Aufbewahrung im Brutschrank bei 37°) die Agglutinierbarkeit quantitativ wie folgt bestimmt: Abfüllung verschiedener Serumverdünnungen 1: 50, 1: 100, 1: 500, 1: 1000, 1: 2000 zu je 1 ccm in Reagenzröhrchen. Verreibung je einer Öse der verdächtigen Kultur darin. Prüfung des Inhalts der Röhrchen nach einstündigem Verweilen im Brutschrank bei 37° mittels schwacher Lupe auf Agglutination. Kontrollversuche mit normalem Kaninchenserum und echten Choleravibrionen.

Zur Widalschen Reaktion (d. h. bei Prüfung des Serums eines Patienten z. B. auf Typhus) wird das Patientenserum (aus Blut aus dem Ohrläppchen gewonnen) auf 1: 10 mit steriler physiol. Kochsalzlösung verdünnt, daraus weitere Verdünnungen 1: 50, 1: 100, 1: 200 usw. bis 1: 1000 hergestellt. In jedem Röhrchen mit je 1 ccm Serumverdünnung wird nun eine Öse echter Typhusbazillen (18 Stunden alte Agarkultur) verrieben. Kontrollproben! Aufbewahren der Proben 1—2 Stunden lang bei 37°! Der Ausfall der Reaktion gilt als beweisend für das Vorhandensein von Typhus, wenn Agglutination mindestens noch bei einer Verdünnung des Serums auf 1: 100 eintritt. An Stelle der Aufschwemmungen lebender Bakterien lassen sich auch die Fickerschen Diagnostica, die abgetötete

Kulturen benutzen und die für Typhus, Paratyphus, Cholera und Proteus X 19 im Handel sind (Merck-Darmstadt und Sächsisches Serumwerk), verwenden.

Bei Mischinfektionen, z. B. mit Typhus und Paratyphus, kann man die Gruppenagglutination durch Absättigung der einzelnen Agglutinine durch Zusatz der verschiedenen Infektionserreger hintereinander mit dazwischengeschalteter Ausscheidung des erstgebildeten Niederschlages durch Zentrifugieren (Castellanischer Absättigungsversuch) beseitigen.

d) Benutzung präzipitierender Sera.

Das Antigen („Präzipitinogen") ist hier ein gelöster Eiweißstoff, z. B. das Bluteiweiß von Menschenserum oder Pferdeserum. Der Nach-



X + Pf.-A. 1 | X + K.-S. 2 | Pf + Pf.-A. 3 | R + Pf.-A. 4 | Schw + Pf.-A. 5 | K + Pf.-A. 6

Abb. 69. Positive Reaktion auf Pferdefleisch nach Uhlenhuth-Dold. Präzipitinreaktion (mit Kontrollen). Röhrchen 1 und 3 zeigen Trübung, der Inhalt der übrigen Röhrchen bleibt klar.

Je 1 ccm { X = zu prüfender Fleischauszug; Pf = Pferdefleischauszug; R = Rindfleischauszug; Schw = Schweinefleischauszug; K = zur Herstellung der Auszüge benutzte Kochsalzlösung.

Je 0,1 ccm { Pf.-A. = Pferdeantiserum; K.-S. = Kaninchenserum.

weis des ersteren spielt in der forensischen Praxis eine bedeutende Rolle (forensische Blutuntersuchung nach Uhlenhuth, Wassermann und Schütze), der Nachweis des letzteren bei der Nahrungsmittelkontrolle (Nachweis von Pferdefleisch in Fleischwaren). Nur auf das letztere Verfahren soll hier kurz eingegangen werden. Mit der Präzipitinreaktion läßt sich das spezifische Eiweiß noch in Verdünnungen von 1 : 100 000 nachweisen.

Nach Uhlenhuth und Weidanz gestaltet sich die Technik im wesentlichen folgendermaßen: Das zu prüfende Fleisch (ca. 30 g Fleisch, ca. 50 g Wurstware) wird mit 0,85 %iger Kochsalzlösung 3 Stunden bei Zimmertemperatur extrahiert, so daß möglichst etwa 1 Teil des zu ermittelnden Eiweißes auf 300 Teile Flüssigkeit kommt. Die Extrakte müssen völlig klar sein, daher vorher filtriert werden. Alle benützten Flüssigkeiten und Gerätschaften müssen trocken, sauber und steril sein.

Das zu dem Versuch notwendige hochwertige Pferdeantiserum [1]) gewinnt man durch mehrmalige intravenöse Vorbehandlung von Kaninchen mit Pferdeserum. Auch dieses Antiserum muß völlig klar sein.

Für eine biologische Fleischuntersuchung bedarf man 6 völlig saubere sterilisierte Glasröhrchen, welche zweckmäßig in dem in Abb. 69 wiedergegebenen Reagenzglasgestell aufgehängt werden. In die beiden ersten Röhrchen kommt je 1 ccm des zu prüfenden Fleischauszuges, die übrigen 4 Röhrchen dienen als Kontrollen und werden mit je 1 ccm Pferde- (Nr. 3), Rind- (Nr. 4) und Schweinefleischauszug (Nr. 5) sowie mit 1 ccm der benützten 0,85 %-igen Kochsalzlösung (Nr. 6) beschickt. Zu allen Röhrchen, mit Ausnahme von Nr. 2, gibt man nun je 0,1 ccm Pferdeantiserum, zu Röhrchen Nr. 2 dagegen 0,1 ccm normales Kaninchenserum. Bei Betrachtung der Röhrchen gegen einen schwarzen Hintergrund erkennt man, falls es sich um Pferdefleisch gehandelt hat, im Röhrchen Nr. 1 und 3 spätestens nach zwei Minuten (bei Zimmertemperatur) eine leichte, allmählich stärker werdende Trübung. Der Inhalt der übrigen Röhrchen muß noch nach 20 bis 30 Minuten klar sein.

Nur wenn die Eiweißkörper, auf welche man prüft, durch vorheriges starkes Kochen des Fleisches völlig zerstört sind, versagt die biologische Fleischuntersuchung.

Zur Prüfung verdächtiger Blutflecke (forensische Blutuntersuchung) werden die damit behafteten Stellen ebenfalls mit 0,85 %iger Kochsalzlösung ausgelaugt.

5. Methoden, welche auf der Phagocytose beruhen.

Die Bestimmung des „opsonischen Index" nach Wright geschieht zur Kontrolle serotherapeutischer Maßnahmen, aber auch zu diagnostischen Zwecken. Es werden Leukocyten mit Bakterien und Serum zusammengebracht. Je nach dem Grade der opsonischen Wirkung des Serums tritt mehr oder minder lebhafte Phagocytose ein. Durch Auszählen der von Leukocyten aufgenommenen Bakterien beim Gesunden und Kranken erfährt man den beiderseitigen „phagocytischen" Index. Der phagocytische Index des Kranken, dividiert durch den normalen phagocytischen Index des Gesunden ergibt den „opsonischen Index". Nach Wright ist der opsonische Index des gesunden Blutes niemals niedriger als 0,9.

Neufeld bestimmt die „bakteriotrope Wirkung" eines Serums durch Feststellung des Grades der Verdünnung des Serums, bei welcher noch Phagocytose eintritt.

Wegen genauerer Technik dieser beiden Methoden vgl. die Literatur.

6. Besondere Färbeverfahren.

a) Gramsche Färbung.

Der Ausstrich (Gewebsflüssigkeit, Bakterienmasse) wird, nach dem Antrocknen auf dem Deckglas und dem Fixieren, 1/2—2 Minuten mit Anilinwassergentianaviolettlösung [2]) gefärbt, dann mit Jodjodkaliumlösung [3]) 1—2 Minuten behandelt, mit absolutem Alkohol maximal entfärbt. Dann Abspülen mit Wasser, Trocknen, Einlegen in Xylolbalsam.

„Grampositive" Bakterien erscheinen, so behandelt, dunkelviolett gefärbt (vgl. die Abb. 24).

---

[1]) Das Serum kann vom Reichsgesundheitsamt Berlin-Dahlem bezogen werden.

[2]) 2—3 ccm Anilinöl werden im Reagenzglase mit Wasser durchgeschüttelt und das noch ungelöste Anilintröpfchen enthaltende Anilinwasser durch ein angefeuchtetes Filter gegossen. Zum klaren Filtrat setzt man soviel alkoholische Gentianaviolettlösung, daß die Farblösung in 1 1/2 cm dicker Schicht (Reagenzglas) eben noch durchsichtig ist.

[3]) Jod 1, Kal. jod. 2, Aq. dest. ad 300.

b) Färbung der Tuberkelbazillen.

Zum Nachweis einzelner Bazillen wird das Sputum zweckmäßig erst durch Behandlung mit Antiformin nach Uhlenhuth homogenisiert.

Der auf dem Deckglas angetrocknete und fixierte Ausstrich wird 2 Minuten lang mit heißer Karbolfuchsinlösung [1]) gefärbt, dann einige Sekunden mit 5%iger Schwefelsäure entfärbt, die Entfärbung mit 70%igem Alkohol fortgesetzt. Schließlich wird mit verdünntem Löfflerblau (s. Diphtherie) nachgefärbt, mit Wasser abgespült, getrocknet usw.

Tuberkelbazillen und sonstige säurefeste Stäbchen erscheinen rot gefärbt, die übrigen Bakterien und die Zellkerne blau (vgl. Abb. 36).

Auf ähnlichem Prinzip beruht die Färbung der Sporen (vgl. Abb. 4). Dieselben sind nur bedeutend schwerer färbbar. Die Zahl der hierfür angegebenen Methoden ist sehr groß.

c) Färbung der Diphtheriebazillen.

α) Einfache Färbung mit Löfflerblau [2]), Diphtheriebazillen dunkelblau, mit schwächer gefärbten Lücken.

β) Färbung der Diphtheriebazillen aus Reinkulturen nach M. Neißer: 1—10 Sekunden färben mit essigsaurer Methylenblaulösung. Abspülen mit Wasser und sofort Nachfärben mit Chrysoidinlösung etwa 3 Sekunden lang; dann nochmals Abspülen mit Wasser. An den Polen treten durch diese Färbung blaue Körnchen auf. Der Bazillenleib selbst färbt sich braungelb (vgl. Abb. 40).

γ) Färbung der Diphtheriebazillen aus Rachenbelägen nach Neißer-Gins: Färbung, wie oben, mit essigsaurem Methylenblau + Kristallviolett einige Sekunden. Abspülen mit fließendem Wasser. Abspülen mit Lugolscher Lösung, die auf 100 Teile 1 Teil konzentrierte Milchsäure enthält, etwa 3—5 Sekunden lang. Gut abspülen! Nachfärben mit Chrysoidin einige Sekunden. Abspülen, trocknen.

d) Polfärbung bei Pestbazillen (nach Sobernheim u. a.).

Auf die nicht in der Flamme fixierten lufttrockenen Deckglaspräparate wird absoluter Alkohol getropft und nach etwa 1 Minute schnell abgedunstet. Dann wird mit verdünnter Löfflerscher Methylenblaulösung oder verdünntem Karbolfuchsin 2—3 Min. lang gefärbt, abgespült und getrocknet.

e) Färbung der Syphilisspirochäten und der Malariaparasiten (Chromatinfärbung).

α) Schnellfärbung nach Romanowsky-Giemsa: Auf den dünnen lufttrockenen Objektträgerausstrich wird eine mit gleichen Teilen reinem Methylalkohol verdünnte Giemsalösung für die Romanowskyfärbung [3]) (Dr. Grübler-Leipzig) getropft. Nach 30 Sekunden überschichtet man den Objektträger in einer Petrischale mit 10—15 ccm destillierten Wassers, mischt Farbe und Wasser und läßt bei Syphilisspirochäten 5, bei Malariaparasiten 3 Minuten einwirken. Nach Abgießen der Mischung spült man mit fließendem Wasser ab, trocknet und legt in Zedernöl ein. Malariaparasiten kann man auch nach Manson mit Boraxmethylenblau färben.

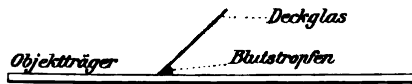


Abb. 70. Herstellung des Blutausstrichs für die Malariadiagnose.

β) Blutuntersuchung bei Verdacht auf Malaria. 1. Dünner Blutausstrich. Einen Tropfen Blut auf sauberem Objektträger auffangen und mit der Kante eines schräg gehaltenen sauberen Deckglases verstreichen (Abb. 70). An der Luft trocknen lassen. Einlegen des Objektträgers für 10—15 Minuten in

[1]) 100 ccm 5%ige Karbolsäure + 10 ccm gesätt. alkohol. Fuchsinlösung.

[2]) 30 ccm gesättigte alkoholische Methylenblaulösung + 100 ccm 0,01%ige Kalilauge.

[3]) 3 g Azur II-Eosin und 0,8 g Azur II in 125 g chemisch reinem Glyzerin bei 60° gelöst, hierauf 375 g auf 60° erwärmten Methylalkohol I (Kahlbaum) zugeben, durchschütteln und nach 24 Stunden filtrieren.

absoluten Alkohol. Färbung mit verdünnter Giemsalösung (1 Tropfen Lösung mit 1 ccm lauwarmem, säurefreien, destillierten Wasser mischen). Dauer der Färbung 10—15 Minuten. Abspülen. Trocknen. Untersuchung mit Immersionssystem.

2. Dicker Tropfen: 1—2 Blutstropfen werden mit dem runden Ende eines Glasstabes zu Zehnpfennigstückgröße auf einem Objektträger verteilt. An der Luft trocknen lassen. Einlegen für einige Minuten in eine Mischung von 2% Formalin, 98% destill. Wasser und 1% Essigsäure. Weiter verfahren wie bei 1. Bei der Anwesenheit nur spärlicher Blutparasiten zu empfehlen.

f) Doppelfärbung für Ausstrichpräparate (nach Jenner-May-Grünwald) (Eosinsaures Methylenblau).

Die lufttrockenen, nicht fixierten Ausstriche werden auf dem Objektträger 1/2 Minute in einer Petrischale mit 2 ccm (von Dr. Grübler-Leipzig zu beziehender) May-Grünwaldscher (methylalkoholischer) Lösung[1]) bedeckt, sodann 20 ccm destilliertes Wasser hinzugefügt, dem zuvor 5 Tropfen einer Lösung von Kaliumkarbonat 1: 1000 beigemischt waren. Durch Schwenken der Schale wird eine gleichmäßige Mischung hergestellt. Diese läßt man noch 1 Minute einwirken. Der herausgenommene Objektträger wird dann — ohne nochmalige Wasserspülung — getrocknet.

7. Einige besondere Nährböden.

a) Für Diphtheriebazillen.

Löfflersches Blutserum: Zu 3—4 Teilen Blutserum wird 1 Teil leicht alkalische Traubenzuckerbouillon zugesetzt.

b) Für die Bazillen der Coli-Typhus-Gruppe.

α) Lackmusnutroseagar nach von Drigalski und Conradi. Wegen der verhältnismäßig umständlichen Herstellung dieses Nährbodens vgl. die Spezialschriften. Typhuskolonien wachsen auf diesem Nährboden in 14—24 Stunden bei 37° zu 1—3 mm großen blauen, durchscheinenden Gebilden heran, desgleichen Paratyphusbazillen. Colibazillen bilden größere rote undurchsichtige Kolonien.

β) Lösungen nach Barsiekow

I. Lackmus-Nutrose-Traubenzuckerlösung,
II. Lackmus-Nutrose-Milchzuckerlösung.

γ) Fuchsinnährboden nach Endo: Zu 1 Liter neutralem 3%igem Agar werden zugefügt: 10 ccm 10%ige Sodalösung, 10 g chemisch reiner Milchzucker und 5 ccm gesättigte alkoholische Fuchsinlösung. Dann wird durch Zugabe von 25 ccm frisch bereiteter 10%iger Natriumsulfitlösung entfärbt.

Typhus und Paratyphusbazillen wachsen auf diesem Nährboden farblos, Colibazillen intensiv rot mit metallischem Glanze.

δ) Zur relativen Anreicherung spärlicher Typhus- und Paratyphusbazillen bedient man sich vorteilhaft des Verfahrens von Lentz und Tietz. Hierbei werden Malachitgrünagarplatten als Vorkultur verwendet. Näheres in den Speziallehrbüchern.

ε) Röhrchen mit je 5 ccm sterilisierter Rindergalle zur Züchtung der Typhusbazillen aus dem Blute (Einsaat 2—3 ccm).

c) Für Choleravibrionen.

α) Zwecks Anreicherung der Choleravibrionen aus Wasser oder Stuhl benutzt man eine Peptonkochsalzlösung folgender Zusammensetzung: Man löst zu einem Liter destillierten Wassers 100 g Peptonum siccum Witte, 100 g Kochsalz, 1 g Kaliumnitrat und 2 g Natrium carbon. cryst. Diese sterilisierte Stammlösung wird zum Gebrauch mit 9 Teilen Wasser verdünnt, zu je 10 ccm in Röhrchen, zu je 50 ccm in Kölbchen abgefüllt, und darin sterilisiert. Je eine Öse, bzw. etwa 1 ccm des verdächtigen Stuhlganges wird in die Röhrchen bzw. die Kölbchen

[1]) Auch in Tablettenform zu beziehen.

eingesät. Nach 6-, 12- und 24stündigem Aufbewahren bei 37° wird von der Oberfläche der getrübten Flüssigkeit eine Öse zur mikroskopischen usw. Untersuchung entnommen. Wegen ihres starken Sauerstoffbedürfnisses sammeln sich etwa vorhandene Choleravibrionen an der Oberfläche der Nährlösung an.

β) Außer den gewöhnlichen Agarplatten empfiehlt es sich auch, elektive Nährböden zu verwenden, in erster Linie den Dieudonnéschen Blutalkaliagar. Zur Herstellung mischt man defibriniertes Rinderblut und Normalkalilauge zu gleichen Teilen. Die Mischung wird im Dampftopf sterilisiert. Man gibt von der Mischung 30 Teile auf 70 Teile Nähragar (3%ig, lackmusneutral). Von der Mischung werden Platten gegossen, die bei 60° offen $^1/_2$ Stunde lang getrocknet werden. Die Platten sind erst nach 24stündigem Stehen brauchbar. Auf dem Nährboden wachsen die Kolonien der Choleravibrionen als große, kreisrunde, im durchfallenden Lichte glashelle, im auffallenden Lichte graue Kolonien mit glattem Rand. Die mit dem Choleravibrio vergesellschafteten sonstigen Darmbakterien kommen auf dem Nährboden nicht zur Entwicklung.

d) Blutagar für Influenzabazillen (nach Levinthal).

200 ccm 2—3%iger Nähragar werden verflüssigt und dann auf 70° abgekühlt. Sie werden im Erlenmeyerkolben tropfenweise mit 10 ccm defibriniertem Kaninchenblut gemischt. Das Blutagargemisch wird dann auf dem Drahtnetz über der Flamme mehrmals bis zum Sieden erhitzt. Das zusammengeballte Serum und Hämoglobin läßt man absitzen. Der klar überstehende Agar wird abgegossen und zu Platten oder Röhrchen verarbeitet. Der Nährboden darf nicht zu lange im Dampf sterilisiert werden. Er muß leicht alkalisch sein.

e) Serumagar oder Ascitesflüssigkeit für Gonokokken.

Ein Teil menschliches Blutserum ist mit 2—3 Teilen gewöhnlichen Agars zu mischen.

8. Verfahren zur Feststellung besonderer Eigenschaften der Mikroorganismen.

a) Gärungsvermögen.

Einsaat in zuckerhaltige Nährböden ($^1/_2$%ige Traubenzuckerbouillon u. a.), Prüfung in Gärungskölbchen, meist bei 37°, auf Gasbildung.

b) Säurebildung. Alkalibildung.

Einsaat in Petruschkysche Lackmusmolke (sterilisiertes, durch Lackmustinktur violett gefärbtes Milchserum, fertig von C. A. F. Kahlbaum zu beziehen). Die unter b, α und β genannten Nährböden enthalten bereits Indikatoren zum Nachweis der Säurebildung.

c) Reduktionsvermögen.

Entfärbung oder Verfärbung von Farbstoffen, welche den Nährböden zugesetzt wurden, z. B. Methylenblau und Neutralrot.

d) Indolbildung.

Züchtung der Bakterien in Bouillon, Peptonwasser oder besser in einer eiweißfreien, tryptophanhaltigen Nährlösung, z. B. nach Zipfel: Asparagin, Ammoniumlaktat āā 5,0; Di-Kaliumphosphat 2,0; Magnesiumsulfat 0,2; Tryptophan (Indol-Aminopropionsäure) 0,3; destilliertes Wasser ad 1000. Einfüllen zu je 10 ccm in Reagenzgläser, Sterilisieren. Beimpfen. Bei 37° halten. Nach eingetretenem Wachstum Zusatz von 0,5 ccm 0,02%iger Natriumnitritlösung + 1—2 ccm 10%iger Schwefelsäure. Hat Indolbildung stattgefunden (Bacterium coli, Choleravibrio u. a.), so erfolgt Rotfärbung. Zuckergehalt stört die Reaktion nur bei Anwendung von Bouillon und Peptonwasser als Nährboden.

B. Bakteriologische Untersuchung von Trinkwasser[1]).

1. Kontrolle der langsamen Sandfilter durch Feststellung des Keimgehaltes im Filtrat.

Die zur Verwendung gelangende Nährgelatine muß nach den vom Reichsgesundheitsamt angegebenen Vorschriften (1899) wie folgt bereitet sein:

2 Teile Fleischextrakt Liebig, 2 Teile trockenes Pepton Witte und 1 Teil Kochsalz werden in 200 Teilen Wasser gelöst. Die Lösung wird ungefähr $^1/_2$ Stunde im Dampfe erhitzt und nach dem Erkalten und Absetzen filtriert. Auf 900 Teile dieser Flüssigkeit werden 100 Teile feinste weiße Speisegelatine zugefügt und nach dem Quellen und Erweichen der Gelatine wird die Auflösung durch (höchstens $^1/_2$stündiges) Erhitzen im Dampfe bewirkt. Darauf werden der siedend heißen Flüssigkeit 30 Teile Normalnatronlauge zugefügt und jetzt tropfenweise so lange von der Normalnatronlauge zugegeben, bis eine herausgenommene Probe auf glattem, blauviolettem Lackmuspapier neutrale Reaktion zeigt, d. h. die Farbe des Papiers nicht verändert. Nach $^1/_4$stündigem Erhitzen im Dampfe muß die Gelatinelösung nochmals auf ihre Reaktion geprüft, und, wenn nötig, die ursprüngliche Reaktion durch einige Tropfen der Normalnatronlauge wieder hergestellt werden.

Alsdann wird der auf den Lackmusneutralpunkt eingestellten Gelatine ein und ein halber Teil kristallisierte, glasblanke (nicht verwitterte) Soda oder 10 Raumteile Normalsodalösung zugegeben und die Gelatinelösung durch weiteres $^1/_2$- bis höchstens $^3/_4$stündiges Erhitzen im Dampfe geklärt und darauf durch ein mit heißem Wasser angefeuchtetes, feinporiges Filtrierpapier filtriert. Unmittelbar nach dem Filtrieren wird die noch warme Gelatine in (durch einstündiges Erhitzen auf 130—150°) sterilisierte Reagenzröhrchen in Mengen von 10 ccm eingefüllt und in diesen Röhrchen durch einmaliges 15—20 Minuten langes Erhitzen im Dampfe sterilisiert. Die Nährgelatine sei klar und von gelblicher Farbe. Sie darf bei Temperaturen unter 26° nicht weich und unter 30° nicht flüssig werden. Blauviolettes Lackmuspapier werde durch die verflüssigte Nährgelatine deutlich stärker gebläut. Auf Phenolphthalein reagiere sie noch schwach sauer.

Von dem zu untersuchenden Wasser wird mittels steriler Pipette 0,5—1 ccm auf ein Röhrchen etwa 35° warmer, verflüssigter Nährgelatine übertragen und durch vorsichtiges Hin- und Herneigen des Röhrchens gut mit der Gelatine vermischt, sodann wird die Mischung in eine sterile Doppelschale von etwa 9 ccm Durchmesser (Petrischale) übergefüllt, nach Schließen des Deckels gut auf dem Boden der Schale verteilt und auf einer horizontalen Unterlage erstarren gelassen. Die Schalen bleiben vor Licht geschützt bei etwa 20° 48 Stunden lang stehen. Dann wird die Zählung der aufgewachsenen Kolonien vorgenommen. Wenn möglich, sollten von jeder Probe drei Platten angelegt werden. Die Zählung erfolgt bei Wässern mit niedrigem Keimgehalt mittels Lupe unter Zuhilfenahme einer in Quadratzentimeter eingeteilten Zählplatte, bei sehr bakterienreichen Wässern mit dem Zählmikroskop. Wenn nur bestimmte Bruchteile der Platte ausgezählt werden können, so wird das Ergebnis gleichwohl auf die Menge von 1 ccm Wasser umgerechnet.

2. Annähernde Bestimmung des Bakteriengehaltes eines Wassers nach der Verdünnungsmethode.

Hierzu sind flüssige Nährböden (Nährbouillon, Peptonwasser), zu je 9 ccm in Röhrchen abgefüllt, sterilisiert, notwendig. Man überträgt in das erste Röhrchen 1 ccm der zu untersuchenden Flüssigkeit, mischt, überträgt von der Mischung 1 ccm in das zweite Röhrchen und so fort. Die Röhrchen enthalten dann der Reihe nach 1,0; 0,1; 0,01 ccm usw. der Originalflüssigkeit. Gewöhnlich bewahrt man die Röhrchen nun bei 37° auf und stellt nach 24 Stunden fest, bis zu welchem Röhrchen in der Reihe Wachstum eingetreten ist (Trübung). Auf diese Weise bestimmt man ziemlich einfach den sog. „Thermophilentiter" des Wassers, d. h. die ungefähre Menge der bei Bluttemperatur wachsenden Keime.

---

[1]) Vgl. auch das Kapitel Wasserversorgung.

3. Bestimmung vereinzelter spezifischer Bakterien in größeren Wassermengen,

im besonderen des Bacterium coli oder des Bact. prodigiosum bei experimentellen Filterprüfungen u. dgl. Hierzu werden am zweckmäßigsten größere Wassermengen durch sterile Gipsplatten (nach A. Müller, erhältlich bei Paul Altmann, Berlin NW 6) filtriert oder man läßt die Wassermengen von ihnen aufsaugen. Nachher erfolgt Überschichtung mit einer dünnen Schicht gewöhnlichen oder eines besonderen Nähragars (z. B. Endoagar). Ebenfalls brauchbar ist das Verfahren von Bürger, welcher hochprozentige Gelatine benutzt und das Verdunstungsverfahren nach Marmann.

4. Bestimmung des Bacterium coli (Verfahren von Bulír).

Zu 1 Liter des auf die übliche Weise gewonnenen Fleischwassers werden 25 g Pepton Witte, 15 g Kochsalz und 30 g Mannit hinzugefügt. Die in gewöhnlicher Weise fertiggestellte Bouillon wird mit Sodalösung neutralisiert. Von dieser sterilisierten Bouillon wird 1 Volumen mit 2 Volumen des zu untersuchenden Wassers gemischt und hierzu 2% einer sterilen, wäßrigen 0,1%igen Neutralrotlösung gegeben. Die Mischung kommt in ein Gärungskölbchen und wird so 12—24 Stunden bei 46° aufbewahrt. Bei Anwesenheit des Bacterium coli ist dann der geschlossene Arm des Gärungskölbchens teilweise mit Gas gefüllt, die Flüssigkeit diffus getrübt und ihre Farbe in eine gelbe, grünfluoreszierende verwandelt. Es werden nun mit einer Pipette 10 ccm der Flüssigkeit aus dem Gärungskölbchen entnommen, in ein Reagenzglas gefüllt und hier mit 1 ccm alkalischer Lackmustinktur versetzt. War Bacterium coli vorhanden, so schlägt infolge der entstandenen saueren Reaktion die Farbe in Rot um.

Der Nachweis von Typhusbazillen und anderen Infektionserregern im Wasser hat für gewöhnlich keine erhebliche praktische Bedeutung, weil ein negativer Ausfall nicht beweisend ist.

C. Bakteriologische Luftuntersuchung.

Gewöhnlich bedient man sich der Methode von Petri-Ficker (Abb. 71). Hierbei wird eine gemessene Menge Luft durch eine Glasröhre gesaugt, welche in besonderer Weise mit sterilisierten Glaskörnchen von 0,25—0,5 mm Korngröße gefüllt ist. Das ganze Filtermaterial wird dann mit Gelatine oder Agar zu Platten verarbeitet. Auch die oben unter B, 3 angegebene Methode von A. Müller läßt sich für bakteriologische Luftuntersuchungen verwerten.

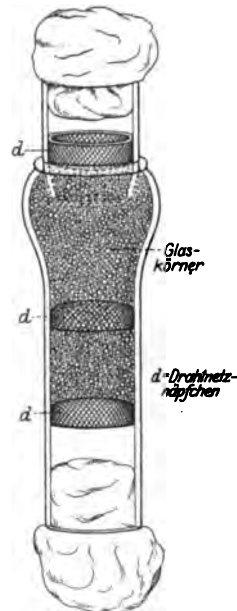


Abb. 71. Filterröhrchen für die bakteriologische Luftuntersuchung nach Petri-Ficker.

D. bakteriologische Bodenuntersuchung.

Dieselbe erfolgt mittels der gebräuchlichen Methoden. Wegen der Probeentnahme vgl. S. 489.

E. Bakteriologische Prüfung von Dampfdesinfektionsapparaten.

Als Prüfungsmaterial dienen an Seidenfäden angetrocknete Sporen des Milzbrandbazillus oder einer Bodenbakterienart ähnlicher Resistenz. Die Resistenz der Sporen gegen strömenden Dampf muß vorher festgestellt werden, zweckmäßig im Ohlmüllerschen Apparate, d. h. in einem mit Thermometer versehenen,

von Dampf durchströmten Glasrohr, in welches die sporenhaltigen Seidenfäden gebracht werden. Die mit Sporen imprägnierten Fäden werden, in kleine Papierhüllen eingeschlossen, numeriert an verschiedenen Stellen des Desinfektionsgutes eingebracht und nach Beendigung der Desinfektion bakteriologisch auf vorhandene oder erloschene Keimfähigkeit untersucht. Die Resistenz der Sporen gegen gesättigten Dampf von 100° soll etwa 8—15 Minuten betragen.

Seitens des Preußischen Kriegsministeriums sind im Jahre 1907 „Gesichtspunkte für die Prüfung von Desinfektionsapparaten" aufgestellt worden, auf welche hier hingewiesen werden möge (vgl. Deutsche Militärärztliche Zeitschrift 1907).

Literatur.

Abel, Bakteriologisches Taschenbuch. 21. Aufl. 1918.
v. Baumgarten, Die pathogenen Bakterien. 1911.
Benecke, Bau und Leben der Bakterien. 1912.
Blattern- und Schutzpockenimpfung, Denkschrift, bearb. im Reichs-Gesundheitsamt. 3. Aufl. 1900.
Braun und Seifert, Die tierischen Parasiten des Menschen. 5. Aufl. 1915.
Croner, Lehrbuch der Desinfektion 1913.
Dieudonné-Weichardt, Immunität, Schutzimpfung und Serumtherapie. 9. Aufl. 1918.
Esser, Die Giftpflanzen Deutschlands. 1910.
Faust, Die tierischen Gifte. 1906.
Fischer, Vorlesungen über Bakterien. 2. Aufl. 1903.
Friedberger und Pfeiffer, Lehrbuch der Mikrobiologie. 1919.
Friedemann, Taschenbuch der Immunitätslehre. 1910.
Graßberger, Die Desinfektion in Theorie und Praxis. 1913.
Günther, Einführung in das Studium der Bakteriologie. 6. Aufl. 1906.
Heim, Lehrbuch der Bakteriologie mit besonderer Berücksichtigung der Untersuchungsmethoden. 5. Aufl. 1918.
Hoffmann, Leitfaden der Desinfektion. 1905.
Kirchner, Die gesetzlichen Grundlagen der Seuchenbekämpfung. 1907.
Derselbe, Schutzpockenimpfung und Impfschutz. 1911.
Kißkalt und Hartmann, Praktikum der Bakteriologie und Protozoologie. 3. Aufl. 1914/15.
Kolkwitz, Pflanzenphysiologie. 1914.
Kolle-Hetsch, Die experimentelle Bakteriologie und die Infektionskrankheiten. 5. Aufl. 1919.
Kolle-Wassermann, Handbuch der pathogenen Mikroorganismen. 2. Aufl. 1912 ff.
Kraus und Levaditi, Handbuch der Technik und Methodik der Immunitätsforschung. 1909.
Krehl, Pathologische Physiologie. 9. Aufl. 1918.
Kruse, Allgemeine Mikrobiologie. 1910.
Lafar, Handbuch der technischen Mykologie. 2. Aufl. 1904/1914.
Lenhartz-Meyer, Mikroskopie und Chemie am Krankenbett. 8. Aufl. 1917.
Lehmann-Neumann, Bakteriologische Diagnostik. 5. Aufl. 1912.
Lentz, Die Seuchenbekämpfung und ihre technischen Hilfsmittel. 1917.
Mückenplage, die und ihre Bekämpfung. Herausgegeb. vom Kaiserl. Gesundheitsamt. 3. Ausg. 1911.
Müller, P. Th., Vorlesungen über Infektion und Immunität. 5. Aufl. 1917.
Derselbe, Technik der serodiagnostischen Methoden. 3. Aufl. 1910.
Mulzer, Praktische Anleitung zur Syphilisdiagnose auf biologischem Wege. 2. Aufl. 1912.
v. Ostertag, Handbuch der Fleischbeschau. 6. Aufl. 1910/13.
Peiper, Tierische Parasiten. 1904.
Rattenvertilgung, die. Bearbeitet im Kaiserl. Gesundheitsamt. 1915.
Schädlingstafeln der Deutschen Gesellschaft für angewandte Entomologie.
v. Scheurlen, Leitfaden der prakt. Desinfektion und Ungezieferbekämpfung. 2. Aufl. 1916.

Sobernheim, Die Lehre von der Immunität und von den natürlichen Schutzvorrichtungen des Organismus in Krehl-Marchands Handbuch der allgemeinen Pathologie. 1. Bd. 1908.
Typhusbekämpfung im Südwesten Deutschlands, Denkschrift über die seit dem Jahre 1903 unter Mitwirkung des Reichs erfolgte —. Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte. 41. Bd. 1912.
Uhlenhuth und Weidanz, Praktische Anleitung zur Ausführung des biologischen Eiweißdifferenzierungsverfahrens mit besonderer Berücksichtigung der forensischen Blut- und Fleischuntersuchung sowie der Gewinnung präzipitierender Sera. 1909.
v. Wasielewski, Pathogene tierische Parasiten im Handbuch der Hygiene von Rubner—v. Gruber—Ficker. 3. Bd. 1913.
Widmann, Der Einfluß des Lichtes auf Bakterien in hygienischer und sanitätspolizeilicher Hinsicht. Vierteljahrschr. f. ger. Med. 57. Bd. 1919.

Bemerkung: Die in diesem Grundriß angeführten Gesetze, Ministerialerlasse usw., die Gesundheitspflege betreffend, finden sich abgedruckt in den Veröffentlichungen aus dem Reichsgesundheitsamte im gleichen oder folgenden Jahrgang, aus welchem die gesetzliche Bestimmung herrührt.

Zweiter Abschnitt.

Gaswechsel und Wärmehaushalt.

I. Atmung und Hauttätigkeit.

A. Physiologische Vorbemerkungen.

Atmung ist Austausch von Gasen zwischen Geweben und Blut und zwischen Blut und Alveolenluft in der Lunge. Den ersteren nennt man auch die „innere", den letzteren die „äußere" Atmung. In beiden Fällen wird Sauerstoff aufgenommen und die durch Verbrennung gebildete Kohlensäure abgegeben.

Der Gehalt des arteriellen, mit Sauerstoff frisch beladenen Blutes an Sauerstoff wird auf ungefähr 22 Volumprozent angegeben, der des venösen (für die innere Atmung „verbrauchten") Blutes auf ungefähr 11 Volumprozent. Umgekehrt steht es mit dem Kohlensäuregehalt. Arterielles Blut enthält etwa 33, venöses etwa 44 Volumprozent Kohlensäure. Die Gase sind im Blute nur zum kleinen Teil physikalisch gelöst, zum größten Teil locker chemisch gebunden, und zwar der Sauerstoff hauptsächlich an den roten Blutfarbstoff, das Hämoglobin, mit welchem er Oxyhämoglobin bildet, die Kohlensäure größtenteils an das Natrium des Blutplasmas. Im allgemeinen wandern die Gase immer nach dem Orte geringerer Spannung, der Sauerstoff also z. B. von den arteriellen Kapillaren in die Gewebe hinein.

Der gesunde Erwachsene inspiriert in der Ruhe mit jedem Atemzuge etwa 500 ccm Luft, was ungefähr für den Tag eine Luftmenge von 13 cbm ergibt. Die Anzahl der Atemzüge beträgt bei gesunden Erwachsenen 16—20 in der Minute. Der Gehalt der Exspirationsluft an Sauerstoff schwankt zwischen rund 16 und 18%, der Kohlensäuregehalt zwischen rund 5 und 3%.

Gewöhnlich nimmt man den Sauerstoffverbrauch eines Erwachsenen in 24 Stunden zu rund 500 Liter Sauerstoff an, dem eine Ausgabe von rund 450 Liter Kohlensäure gegenüberstehen. Das Volumverhältnis der ausgeschiedenen Kohlensäure zum aufgenommenen Sauerstoff $\frac{CO_2}{O_2}$ heißt „respiratorischer Quotient" und würde bei der oben gemachten Annahme $\frac{450}{500} = 0{,}9$ sein. Bei vorwiegender Verbrennung von Kohlehydraten beträgt er 1,0, bei reiner Eiweißnahrung 0,8 und bei reiner Fettnahrung 0,7. Da in den Lungen auch nach tiefster Exspiration noch erhebliche Mengen kohlensäurehaltiger Luft (etwa 1200 ccm) zurückbleiben, enthält die Lunge auch bei kräftigster Atembewegung niemals reine atmosphärische Luft.

Das Atemzentrum liegt im verlängerten Mark doppelseitig an der unteren Spitze der Rautengrube. Von hier aus verlaufen Bahnen zu den motorischen Ursprungskernen der Respirationsnerven, dem N. phrenicus für das Zwerchfell und den N. intercostales für die Interkostalmuskeln. Bei angestrengter Atmung treten eine Reihe von Hals- und Schultermuskeln zur Aushilfe ein.

Die sich im Blute anhäufende Kohlensäure stellt den normalen Reiz für das Atemzentrum dar, diese Erregung geht also automatisch vor sich. Über das Normale erhöhter Kohlensäuregehalt und erniedrigter Sauerstoffgehalt führt zur Dyspnoe und schließlich zur Erstickung. Reflektorisch kann das Atemzentrum erregt werden durch psychische Einflüsse, Hautreize und Reizung der sensiblen Nerven der Nasen- und Kehlkopfschleimhaut (Niesen, Husten).

Der Respirationstraktus verfügt über gewisse Schutzvorrichtungen. Das Eindringen von Nahrungsmitteln in den Kehlkopf wird durch komplizierte, reflektorisch beim Schlucken ausgelöste Muskelbewegungen, welche Trachea und Nasenrachenhöhle gegen die Mundhöhle abschließen, das Eindringen von Fremdkörpern beim forcierten Atmen usw. durch die Flimmerbewegung des Epithels der Kehlkopf-, Tracheal- und Bronchialschleimhaut, welche nach außen gerichtet ist, ferner durch das reflektorisch ausgelöste Niesen und Husten verhindert. Auch der auf der Oberfläche der Luftwege abgeschiedene Schleim ist ein Schutz insofern, als er kleine Fremdkörper (Staub, Bakterien usw.) festhält und einschließt.

Außer durch die Lungen wird Kohlensäure auch in geringen Mengen durch die Haut ausgeschieden. Neben der Kohlensäure ist das Hauptausscheidungsprodukt des Respirationsapparates der Wasserdampf. Die Exspirationsluft ist mit Wasserdampf gesättigt. Die Wasserabgabe von der Haut unterliegt großen Schwankungen je nach den äußeren Verhältnissen. Die Wasserabgabe geschieht teils in Form des tropfbaren Schweißes, teils in Form des Wasserdampfes.

B. Atmung und normale Atmosphäre.

Die Zusammensetzung, noch mehr aber die physikalischen Eigenschaften der Lufthülle des Erdballs beeinflussen in hohem Maße die menschliche Gesundheit.

Von Bedeutung sind folgende Faktoren: Chemische Zusammensetzung, Schwebestoffe, Temperatur, Luftbewegung, Luftdruck, Feuchtigkeit, Luftelektrizität und Strahlung.

1. Chemische Zusammensetzung der Atmosphäre.

Die mittlere Zusammensetzung der Frischluft kann wie folgt angenommen werden: Sauerstoffgehalt 20,93 %, Kohlensäuregehalt 0,03 %, Stickstoff (nebst Argon, Helium, Neon, Krypton und Xenon) 79,04 %.

Die Menge des Argons, eines von Ramsay aufgefundenen Bestandteils der Luft, beträgt etwa 1 %, die anderen genannten Stoffe sind nur in sehr geringen Mengen vorhanden.

Soweit bekannt, sind Stickstoff, Argon und die übrigen spurenweise vorhandenen Gase am Stoffwechsel nicht beteiligt, sie sind daher einstweilen für die Gesundheitslehre ohne besonderes Interesse.

Neben diesen Grundbestandteilen der Luft — vom Wasserdampf, möge zunächst abgesehen werden — kommen noch in wechselnden Mengen, aber meist nur spurenweise und gelegentlich in der Luft vor: Ozon, Wasserstoffsuperoxyd, Ammoniak, salpetrige Säure und Salpetersäure.

Ozon entsteht durch elektrische Entladungen und angeblich auch unter dem Einfluß der von der Sonne ausgehenden ultravioletten Strahlen. In verunreinigter Luft ist es nicht nachzuweisen.

Wasserstoffsuperoxyd entsteht wahrscheinlich gleichzeitig unter dem Einfluß der Sonnenstrahlen. Die Gegenwart des Ammoniaks, als Endprodukt der Verwesung stickstoffhaltiger organischer Stoffe, in der Luft ist leicht erklärlich. Es findet sich meist als Ammoniumkarbonat. Salpetrige Säure und Salpetersäure bilden sich aus dem Stickstoff der Luft unter dem Einfluß elektrischer Entladungen. Sie sind meist an Ammonium gebunden. Über die in reiner Luft gewöhnlich angetroffenen Mengen dieser Stoffe orientiert folgende Übersicht:

	Tausendstel mg im Liter
Kohlensäure [1]	600
Ozon	0—0,1 [2].
Wasserstoffsuperoxyd . . .	0,0004
Ammoniak	0,02—0,03

Salpetrige Säure und Salpetersäure sind bisher gewöhnlich nur im Regenwasser und Schnee bestimmt worden. Im Liter Regenwasser wurden 0,6—16 [3]) mg Salpetersäure gefunden.

Eine unmittelbare hygienische Bedeutung haben diese einzelnen Bestandteile, soweit bisher bekannt, nicht.

2. Schwebestoffe der reinen Luft.

Die Beimengung von absitzbarem Staub zur Luft ist überall möglich und insofern ist der Mangel an solchem Staub für die im hygienischen Sinne reine Luft nicht charakteristisch, jedoch ist die Menge der feinsten, sich nicht oder nur schwer absetzenden Schwebeteilchen bezeichnend für die Qualität einer Luft. Zu diesen Schwebeteilchen gehören die Sonnenstäubchen, die unmittelbar nicht sichtbaren, dem Wasserdampf als Kondensationskerne dienenden feinsten Staubteilchen (Aitken) und die Bakterien.

Während nach dem Aitkenschen Verfahren (s. S. 212) auf Bergspitzen und entfernt von städtischen Ansiedlungen, sowie nach längerem, die Luft reinwaschendem Regen nur einige Hundert bis einige Tausend Kondensationskerne im Kubikzentimeter gezählt werden, beträgt ihre Anzahl bereits auf dem Lande 6000—12 000, steigt aber dann innerhalb der Großstädte bis auf mehrere Hunderttausend. Ebenso ist der Keimgehalt der staubfreien reinen Luft gering und beträgt nur einzelne bis einige hundert Keime im Kubikmeter Luft. Besonders niedrig sind die Keimzahlen in der Luft auf dem Ozean und auf hohen Bergen. Über einige tausend Keime im Kubikmeter Luft geht der Bakteriengehalt aber auch in der Luft der Städte gewöhnlich nicht herauf. Unter den Keimen finden sich viele Schimmelpilze und Hefen. Vergleicht man diese Zahlen mit dem hohen Keimgehalt von verunreinigten Wässern (vgl. S. 427), so erhellt, daß die Gefahr einer Infektion durch Luftkeime verhältnismäßig gering zu veranschlagen ist.

3. Physikalische Eigenschaften der Atmosphäre.

a) Die Temperatur.

Sie ist neben der Luftfeuchtigkeit und Luftbewegung von fundamentaler Bedeutung für die physikalische Wärmeregulation unseres Körpers.

Die Lufttemperatur wird angegeben durch ein Thermometer, welches frei, gegen direkte und indirekte Sonnenbestrahlung geschützt, aufgehängt ist.

Die Lufttemperatur ist normalerweise großen Schwankungen unterworfen. Diese Schwankungen werden bedingt durch die nach Ort, Zeit und besonderen

[1]) Ein Liter Kohlensäure wiegt bei 0° und 760 mm Barometerdruck 1,977 oder rund 2 g.
[2]) Die hohen Zahlen nur in großen Höhen.
[3]) Die hohen Werte im tropischen Regen.

Umständen wechselnde Größe der Sonnenstrahlung. Die Wärmemenge, welche einer von der Sonne beschienenen Fläche in einer gewissen Zeit zugeführt wird, hängt ab von dem Winkel, in welchem die Sonnenstrahlen auffallen. Mit steigender Sonnenhöhe nimmt die Intensität der Bestrahlung horizontaler Flächen zu (Abb. 72). Da sich die Sonnenhöhe im Laufe des Tages ändert, so resultiert zunächst eine täglich sich wiederholende Periode wechselnder Erwärmung der Erdoberfläche und der Lufttemperatur.

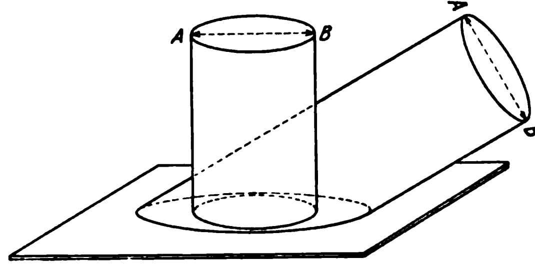


Abb. 72. Konzentration der Wärme je nach dem Auffallswinkel der Sonnenstrahlen (nach Schilling).

Je mehr wir uns vom Äquator den Wendekreisen nähern, um so deutlicher tritt neben die tägliche Temperaturschwankung die durch die Jahreszeit, d. h. durch die wechselnde Tageslänge bedingte. Durch die geographische Breitenlage eines Ortes und die Jahreszeit ist die Sonnenhöhe um Mittag und die Tageslänge gegeben. Alle Orte auf dem nämlichen Breitengrade müssen sich hierin gleich verhalten. Jenseits der Wendekreise nach den Polen hin überwiegt die durch die Jahreszeit bedingte Schwankung der Intensität der Sonnenstrahlung. An den Polen steht die Sonne schließlich ein halbes Jahr unter und ein halbes Jahr über dem Horizont, d. h. die Gegensätze in der Erwärmung sind absolute.

Bei Eintritt der Sonnenstrahlen in die Erdatmosphäre erleiden sie zum Teil eine diffuse Reflexion, zum Teil eine Absorption, wodurch ihre Energie geschwächt

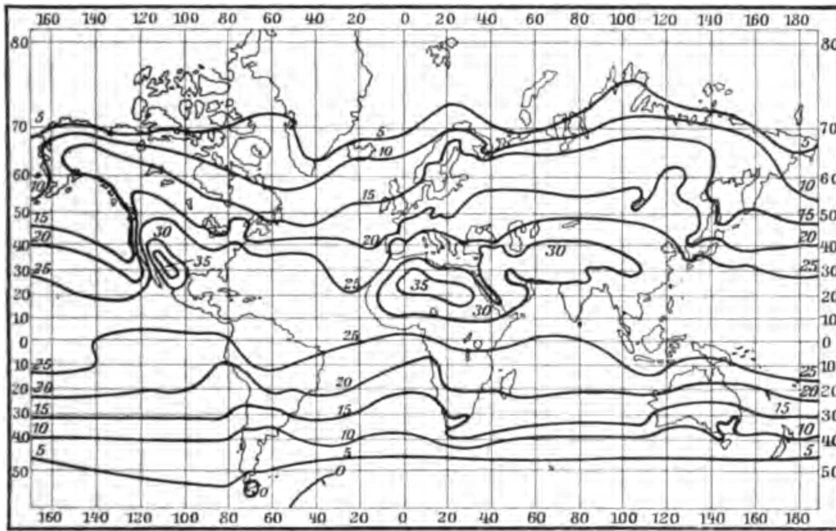


Abb. 73. Juliisothermen (nach Köppen).

wird. Der Aufnahme von Strahlungsenergie durch den Erdball steht eine Abgabe durch Ausstrahlung in den Weltenraum, namentlich in klaren Nächten, gegenüber. Eine besonders starke Ausstrahlung zeigt frischgefallener Schnee.

Die erwärmte Erdoberfläche teilt der Luft durch Leitung und Strahlung die Wärme mit. Den tiefsten Stand (Minimum) pflegt das Thermometer um Sonnenaufgang zu zeigen, den höchsten (Maximum) während der ersten Nachmittagsstunden (tägliche Wärmeschwankung). Auf der nördlichen Halbkugel ist die Erwärmung

durch die Sonnenstrahlung Ende Dezember am kleinsten, Ende Juni am größten (jährliche Periode der Wärmeschwankung). Diese Verhältnisse können sich bis zu einem gewissen Grade verschieben. Große Wasserbecken (Meere), welche sich langsam erwärmen, ihre Wärme aber auch langsam wieder abgeben, wirken auf den Ablauf der jährlichen Periode der Wärmeschwankung verzögernd, desgleichen schneereiche Gebiete. Das äquatoriale Klima zeigt eine fast gleichförmige Wärme das ganze Jahr hindurch.

Verbindet man die Orte mit gleicher mittlerer Jahrestemperatur miteinander, so erhält man Linien, welche man Jahresisothermen heißt. Entsprechend kann man für die mittleren Monatstemperaturen Monatsisothermen zeichnen (Abb. 73). Die Isothermen folgen nur stellenweise dem Verlauf der Breitengrade, zeigen vielmehr oft starke Ausbiegungen. Da mit zunehmender Höhenlage eines Ortes die Temperatur der Luft sinkt [1]) (durchschnittlich für je 100 m um 0,5° C), so muß zur Konstruktion der Isothermen die Temperatur der einzelnen Orte auf Meeresniveau reduziert werden. Selbstverständlich beeinflussen auch die Winde die Temperatur. In Deutschland bringt im Winter der Nordostwind, im Sommer der Nord-Nordwestwind die größte Abkühlung; die größte Erwärmung im Winter der Südwestwind, im Sommer der Südostwind.

Die niedrigste in den unteren Luftschichten bisher beobachtete Temperatur (Ostsibirien) betrug —70° C, die höchste Temperatur (Wüstentemperatur) 53° C. — Bei der üblichen Kleidung und für die Ruhe ist dem menschlichen Organismus eine Außentemperatur von 17—20° C am zusagendsten.

b) Luftbewegung.

Windströmungen haben ihre Ursache in der ungleichmäßigen Erwärmung der Erdoberfläche, in der Umdrehung der Erde und der ungleichmäßigen Verteilung von Wasser und Land auf dem Erdball. Windbewegungen erfolgen im allgemeinen von Gebieten höheren Luftdrucks nach Gebieten niedrigeren Luftdrucks (barometrische Minima), doch bewegt sich infolge der Kugelgestalt der Erde und ihrer Umdrehung die Windströmung nicht geradlinig. Der Wind bewegt sich vielmehr im Bogen um ein barometrisches Minimum herum, entgegengesetzt wie der Zeiger der Uhr läuft.

Da am Tage das Land, in der Nacht das Wasser des Meeres wärmer zu sein pflegt, entstehen an der Küste ziemlich regelmäßige tägliche Luftströmungen, nämlich am Tage die Seebrise (Seewind), in der Nacht die Landbrise (Landwind). Im Gebirge weht gewöhnlich am Tage der Wind talaufwärts, in der Nacht talabwärts. Ein bergwärts nach Norden wehender Talwind ist z. B. die sog. Ora im Etschtal. Gewisse Windverhältnisse sind regelmäßig zu beobachten, so die ständig aus einer Richtung wehenden sog. Passatwinde nördlich (Nordostpassat) und südlich (Südostpassat) von dem äquatorialen Kalmengürtel, an welchem niedriger Luftdruck zu herrschen pflegt. Bei 30° Breite folgt dann je eine zweite stille Zone mit hohem Luftdruck, gegen 60° Breite zu werden die Windrichtungen sehr veränderlich. Westliche Winde herrschen hier vor.

[1]) Gase (hier also die Luft) kühlen sich bei abnehmendem Druck (Luftdruck) ab.

Bestimmte Winde führen besondere Namen:

Monsune sind periodisch im nördlichen Teil des Indischen Ozeans herrschende Winde, welche im Sommer aus Südwest, im Winter aus Nordost wehen. Orkane sind gewaltige, in gewissen Meeresteilen der Tropen auftretende Wirbelwinde, im Chinesischen Meer Taifune genannt. Chamsin und Sámum heißen die staubreichen trockenen Wüstenwinde in Ägypten, Púrga und Blizzard die Schneestürme in Sibirien und Nordamerika.

Föhn ist der ungemein trockene, zumeist im Frühjahre (März bis Mai) und Herbst (Oktober und November) an der Nordseite der Alpen wehende Südwind, welcher die Lufttemperaturen bis um 20° C in die Höhe schnellen lassen kann [1]) und das körperliche Befinden ungünstig beeinflußt. Scirocco, der im Mittelmeer zeitweilig wehende drückend warme Südost-, Süd- oder Südwestwind. Sein Gegensatz ist die frische von Norden wehende Tramontana. Unter Bora versteht man die eisigkalten an den Nordostküsten des Adriatischen und des Schwarzen Meeres stoßweise auftretenden, gewaltig starken Winde. Ihnen ähnlich ist der im südöstlichen Frankreich häufig beobachtete Mistral aus NW.

Die Stärke des Windes, d. h. seine Geschwindigkeit in Meter pro Sekunde wird nach vereinbarten Stärkegraden angegeben, und zwar nach 6-, 10- oder 12teiligen Skalen. Die 12teilige Skala (Beaufort) wird auch Seeskala genannt, die 6teilige Skala (sog. halbe Beaufortskala) auch Landskala. Man schätzt nach der Bewegung der Gegenstände durch den Wind den Grad der Geschwindigkeit mit Hilfe dieser Skala ab. Sie hat (in der Mohnschen Formulierung) folgende Fassung:

Windstärke 0—6	Geschwindigkeit des Windes m pro Sek.	Winddruck kg auf den qm	Beobachtete Wirkungen des Windes
0 = Stille	0—0,5	0—0,15	Der Rauch steigt fast gerade empor.
1 = schwach	0,5—4	0,15—1,87	Wimpel bewegen sich.
2 = mäßig	4—7	1,87—5,96	Wimpel gestreckt, Baumblätter bewegen sich.
3 = frisch	7—11	5,96—15,27	Zweige der Bäume bewegen sich.
4 = stark	11—17	15,27—34,35	Große Zweige u. schwächere Stämme bewegen sich.
5 = Sturm	17—28	34,35—95,4	Große Bäume beweg. sich.
6 = Orkan	über 28	über 95,4	Zerstörungen.

Physiologisch anders zu bewerten als diese größeren Luftgeschwindigkeiten sind die als „Zugluft" bezeichneten geringfügigen Luftströmungen.

c) Luftdruck.

Die Atmosphäre, welche in zentrifugal abnehmender Dichtigkeit den Erdball umgibt, lastet mit einem gewissen Gewichte auf seiner Oberfläche und vermag im leeren Raum einer Quecksilbersäule oder Wassersäule von bestimmter Höhe das Gleichgewicht zu halten. (Torricellis Versuch 1643.) Dieser Druck setzt

[1]) Die Erwärmung der Luft kommt nach Hann dadurch zustande, daß sie von einem hohen Gebirgskamm heruntersinkt und sich hierbei durch Kompression erwärmt (für je 100 m um etwa 1°).

sich zusammen aus den Partialdrucken der die Luft zusammensetzenden Gase und aus dem Druck des Wasserdampfes der Luft (Dampfdruck)[1]).

In Höhe des Meeresspiegels beträgt die Höhe dieser Quecksilbersäule (Barometerdruck) 760 mm, entsprechend einer Wassersäule von rund 10 m Höhe. Da eine Quecksilbersäule von 1 qcm Querschnitt und 760 mm Höhe etwas mehr als 1 kg wiegt, so ist der Druck, den die Atmosphäre in Höhe des Meeresspiegels ausübt, rund 1 kg pro qcm. Nimmt man die Messung an höher gelegenen Punkten der Erdoberfläche vor, so wird der Druck entsprechend niedriger gefunden.

So ergibt eine Messung 10,5 m über dem Meeresspiegel 759 mm Druck, 1000 m über dem Meeresspiegel 670 mm Druck. Nähme der Druck gleichmäßig ab. d. h. für je 10,5 m Höhe um 1 mm, so müßte in 1000 m Höhe der Druck auf 664 mm gefallen sein. Die tatsächlich geringere Druckabnahme beweist, daß die Dichtigkeit der Atmosphäre und damit ihr Gewicht in größeren Höhen geringer wird.

Man nimmt an, daß die Atmosphäre sich in einer Höhe von mindestens 300 km um den Erdball ausdehnt, doch beträgt schon in 64 km Entfernung der Druck nur noch $^1/_{20}$ mm, so daß bereits hier praktisch die Grenze der Atmosphäre angenommen werden kann.

Mittels Ballonfahrten konnten einzelne Forscher bisher Höhen bis über 10 000 m erreichen. Unbemannte, mit Registrierapparaten ausgerüstete Ballons haben Höhen von über 20 000 m erreicht. Durch Bergbesteigungen ist man auf Höhen bis zu rund 7000 m gekommen.

Die höchsten menschlichen Ansiedelungen auf der Erde (in Tibet) liegen rund 5000 m hoch.

Linien, welche die Punkte der Erdoberfläche mit gleichem Barometerstande verbinden, heißen Isobaren.

Erwärmung der Luft bewirkt Drucksteigerung. Wahrscheinlich ist die Ursache der regelmäßigen geringfügigen täglichen Luftdruckschwankungen, deren Maxima auf die Zeit gegen 10 Uhr vormittags und 10 Uhr nachmittags zu fallen pflegen, mittelbar in der täglichen Temperaturschwankung zu suchen. Diese barometrischen Tagesschwankungen sind besonders in den Tropen auffallend, wo der Luftdruck ein sonst sehr gleichmäßiger ist.

Regelmäßige Jahresschwankungen des Luftdrucks machen sich wenig bemerkbar. Die starken unregelmäßigen sonstigen Schwankungen erschweren auch ihre Erkenntnis.

d) Luftfeuchtigkeit.

Man hat scharf zu trennen die absolute von der relativen Feuchtigkeit der Luft.

Die Zahl für die absolute Feuchtigkeit gibt an: Gramm Wasser, enthalten in einem Kubikmeter Luft. Sie ist identisch mit dem Dampfdruck (Tension, meist mit e bezeichnet), dessen Größe man in Millimetern Quecksilbersäule auszudrücken pflegt.

Hygienisch bedeutungsvoller ist die relative Feuchtigkeit, d. h. das Verhältnis der wirklich in einem Kubikmeter Luft enthaltenen Wassermenge zu der Menge, welche maximal in ihm enthalten sein könnte (maximaler Dampfdruck, meist mit E bezeichnet). Diese ist die mit der Lufttemperatur wechselnde Sättigungsmenge.

---

[1]) Läßt man in einem mit trockenem Quecksilber gefüllten Barometerrohr in das Torricellische Vakuum einen Tropfen Wasser aufsteigen, so sinkt die Quecksilbersäule entsprechend dem Dampfdruck des Wassers bei der gegebenen Temperatur.

Mit steigender Temperatur vermag ein bestimmtes Luftvolumen nämlich auch steigende Wassermengen aufzunehmen, wie folgende Tabelle zeigt:

1 cbm Luft vermag höchstens zu enthalten bei × °C und 760 mm Quecksilberdruck	Gramm Wasserdampf	Dieser Wasserdampf übt einen Druck aus von mm Quecksilber
— 15	1,63	1,44
— 10	2,38	2,15
— 5	3,42	3,16
0	4,85	4,57
+ 5	6,80	6,51
+ 10	9,39	9,14
+ 15	12,85	12,67
+ 20	17,33	17,36
+ 25	23,09	23,52
+ 30	30,66	31,51

Wie man sieht, stehen sich die Zahlen, welche den Wasserdampfgehalt in Gramm und den Druck in Millimeter Quecksilber ausdrücken, sehr nahe.

Zwischen 5 und 30° vermag ein Kubikmeter Luft ferner meist ungefähr soviel Gramm Wasserdampf zu enthalten, als die Temperatur der Luft Grade Celsius beträgt. Von 30° an wächst die Aufnahmefähigkeit schneller als die Temperaturgrade angeben, desgleichen der Dampfdruck, welcher bei 50° 92, bei 100° 760 mm erreicht.

Setzt man den maximalen Wasserdampfgehalt der Luft = 100, so läßt sich der jeweilig vorhandene Gehalt an Wasserdampf in Prozenten ausdrücken. Der in dieser Weise berechnete Gehalt der Luft an relativer Feuchtigkeit gibt allein einen Anhaltspunkt für die hygienische Bedeutung der Luftfeuchtigkeit überhaupt. Angenommen, eine Luft von 15° enthalte nach der Untersuchung 7,25 g Wasserdampf im Kubikmeter, so ist der Gehalt an relativer Feuchtigkeit, da Luft von 15° maximal nur 12,85 g Wasserdampf enthalten kann, 56,4%. Durch Abzug von 100 erhält man dann das sog. „Sättigungsdefizit“ der Luft an Feuchtigkeit, welches im vorliegenden Falle also 43,6% betragen würde.

Absolute Feuchtigkeit und relative Feuchtigkeit stehen manchmal scheinbar in Widerspruch miteinander. Atmet man z. B. mit Wasserdampf gesättigte Luft von 5° Kälte, welche höchstens 3,4 g Wasser im Kubikmeter enthält, ein, so erwärmt sie sich in der Nase und im übrigen Respirationskanal schnell auf 30° und darüber. Eine Luft von 30°, welche nur 3,4 g Wasser im Kubikmeter enthält, hat aber nur eine relative Feuchtigkeit von $\frac{3{,}4 \cdot 100}{30{,}7} = 11{,}7\%$ entsprechend 88,3% Sättigungsdefizit. Eine solche Luft wirkt naturgemäß sehr stark austrocknend auf die Schleimhäute.

Umgekehrt wird z. B. eine Luft von 20° C mit einer natürlichen relativen Feuchtigkeit von 60%, d. h. einem absoluten Wassergehalt von 10,4 g im Kubikmeter bei Abkühlung auf + 5° pro Kubikmeter 10,4 — 6,80 = 3,60 g Wasser ausscheiden müssen, da Luft von 5° nicht mehr als 6,80 g im Kubikmeter enthalten kann. Die erste Wasserausscheidung würde in diesem Fall bei langsam sinkender Temperatur bei etwa 11° erfolgen, d. h. in dem Moment, in welchem der „Taupunkt“, d. h. die Temperatur, bei welcher bei gegebener Wasserdampfmenge die Sättigungsgrenze eben überschritten wird, erreicht ist.

„Kondensation" von Wasserdampf beobachtet man bekanntlich am häufigsten in Zimmern, deren Luft reichlich Feuchtigkeit enthält und in welchen sich eine kalte, luftundurchlässige Fläche (einfaches Fenster, mit Ölfarbe gestrichene kalte Außenwand usw.) befindet, z. B. in Küchen.

Warme Luft kann ungeheure Mengen von Wasser weit forttransportieren, um sie dann als Niederschlag (Regen, Schnee, Tau, Nebel usw.) bei Abkühlung wieder fallen zu lassen (Kreislauf des Wassers). Die Kondensation erfolgt am leichtesten in Berührung mit Kondensationskernen (vgl. oben unter Schwebestoffen der Luft). Prädisponiert hierfür ist daher die Luft großer Städte mit ihren zahllosen Staub- und Rußteilchen, in welcher wir Nebel- und Schwadenbildung oft beobachten. Beim Fehlen solcher Kondensationskerne kommt „Übersättigung" der Luft mit Wasserdampf nicht selten vor. Durch die Verdichtung des Wasserdampfes wird Kondensationswärme gebildet.

Die täglichen Schwankungen der relativen Feuchtigkeit hängen im großen und ganzen von der Temperatur ab und gehen gewöhnlich umgekehrt proportional zu dieser. Luftbewegung und andere Einflüsse stören dieses Verhältnis indessen häufig.

Was jährliche Schwankungen anlangt, so ist im gemäßigten Klima und im Binnenlande die relative Feuchtigkeit gewöhnlich am größten in der Zeit vom Dezember bis Februar, am geringsten im Sommer.

Anders verhält es sich mit den Regenmengen.

Wie die sehr instruktive, von G. Hellmann entworfene Regenkarte von Deutschland[1]) zeigt, wechseln die mittleren jährlichen Niederschlagshöhen je nach der Gegend zwischen 400—500 mm und über 2000 mm. Die regenreichsten Gebiete liegen an der Südgrenze Deutschlands, am Nordabhange der Algäuer, Nordtiroler, Salzburger Alpen, ferner im Schwarzwaldgebiet, im Harz usw., die regenärmsten im nördlichen Teil der oberrheinischen Tiefebene, im Gebiet der unteren Saale und Oder, in Posen und Westpreußen. Die Niederschlagsmengen verteilen sich so, daß im Binnenlande die Hauptmasse im Sommer herniedergeht, die geringsten Mengen im Winter. Auf dem Ozean sind die Verhältnisse umgekehrt. Die in den Tropen, z. B. in Brasilien, Nordindien usw. niedergehenden durchschnittlichen jährlichen Regenmengen übertreffen die jährlichen maximalen Niederschläge in unseren Breiten zum Teil um ein Vielfaches.

Die Luftfeuchtigkeit ist nächst der Lufttemperatur von größtem Einfluß auf die Regulierung der Körpertemperatur.

e) Luftelektrizität, Strahlung.

Normalerweise leitet die atmosphärische Luft die Elektrizität nicht, oder nur in sehr geringem Maße; leitend wird sie dagegen durch die Einwirkung „ionisierender" Mittel, d. h. durch Spaltung der Gasmoleküle in positive und negative Ionen. Durch die Strahlung radioaktiver Körper und durch die Sonnenstrahlung wird die Ionisation der Luft erhöht, ferner in den höheren Luftschichten durch die Einwirkung ultravioletter Strahlen. Die erzeugten negativen Ionen spielen ebenso wie die feinsten Staubteilchen als Kondensationskerne eine Rolle bei der Nebelbildung. Die radioaktiven Substanzen gelangen hauptsächlich durch die Bodenluft in die Atmosphäre. Am stärksten ionisierend wirken die α-Strahlen.

[1]) Verlegt bei Dietrich Reimer, Berlin.

Die Erde ist im allgemeinen negativ, die Atmosphäre positiv geladen, das Potentialgefälle ist zur Erde hin gerichtet, schwankt indessen in seiner Größe je nach Zeit und Witterung.

Weiteres vgl. S. 166.

II. Verhalten des Menschen der normalen Atmosphäre gegenüber.

1. Temperatur, Feuchtigkeit und Luftbewegung.

Mit Hilfe der ihm zu Gebote stehenden Vorrichtungen zur Regulierung seiner Wärme vermag sich der menschliche Organismus sehr verschiedenen Temperaturen anzupassen. Nach Rubner unterscheidet man die physikalische und die chemische Wärmeregulation (Biol. Gesetze, 1887; Gesetze des Energieverbrauchs 1902). Die physikalische Wärmeregulation wird bewirkt durch eine Änderung der Blutverteilung in der Haut, durch wechselnde Wasserverdunstung und Schweißbildung usw., kommt also hauptsächlich bei reichlicher Ernährung, mittleren und höheren Temperaturen in Frage, d. h. bei Überproduktion von Wärme. Die Grenze, an welcher bei steigender Temperatur die physikalische Regulation beginnt, liegt etwa bei 20° C. Die chemische Wärmeregulation wird durch einen Wechsel des Stoffumsatzes bedingt. Sie spielt hauptsächlich im Hungerzustand und bei niedrigen Temperaturen eine Rolle. Durch die Kleidung wird die Grenze zwischen physikalischer und chemischer Regulation gegenüber dem unbekleideten Zustand auf tiefere Temperaturen verlegt, durch den Aufenthalt in bewegter Luft auf eine um mehrere Grade höhere Temperatur.

Die Wirkung der Temperatur der Luft auf den Menschen läßt sich ohne gleichzeitige Berücksichtigung der Luftfeuchtigkeit und Luftbewegung nicht bestimmen. Je feuchter die Luft ist, um so mehr Wärme wird durch Leitung und Strahlung verloren und umgekehrt. Dagegen behindert die feuchte Luft die Wasserverdunstung, da ihr Sättigungsdefizit gering ist.

Bei körperlicher Ruhe werden seitens der Haut und der Lungen sehr verschiedene Wassermengen ausgeschieden je nach dem Grade der Luftfeuchtigkeit und der Temperatur. Bei niederer Temperatur (14 bis 15° C) erscheint dem leicht Bekleideten trockene ruhende Luft behaglicher als die feuchte. Höher temperierte trockene Luft (24—29°) wird kühler empfunden als gleich hoch temperierte feuchte. Bei sehr trockener Luft tritt sichtbarer Schweiß erst bei Temperaturen gegen 30° auf.

Unangenehme Empfindungen und Schädigungen treten im allgemeinen erst ein bei erheblicher Erhöhung der relativen Feuchtigkeit. Die Atemfrequenz steigt, es tritt — zum Zwecke der Abkühlung — Trinkbedürfnis auf, Puls und Temperatur nehmen zu, schließlich kann es zum ausgesprochenen Bangigkeitsgefühl kommen. Bei 80—96% relativer Feuchtigkeit ist schon eine Temperatur von 24° auf die Dauer unerträglich.

Schon eine Windbewegung von nur 1 m in der Sekunde erhöht die Wasserdampf- (und Kohlensäure)abgabe des menschlichen Körpers bei mittlerer relativer Feuchtigkeit von 40% deutlich.

Während also bei ruhender Luft schon von 20° an aufwärts die Wasserdampfabgabe stark und gleichmäßig ansteigt (von etwa 18 g stündlich bis 110 g stündlich), ist die Wasserdampfabgabe in bewegter Luft zwischen 20° bis 35° im Vergleich mit der ruhenden Luft nicht unerheblich herabgesetzt, erst bei extrem hohen Temperaturen (von etwa 32° an aufwärts) bedeutend gesteigert (auf 240 g Wasser und mehr). Bei Wind von 8 m Geschwindigkeit zeigt die Wasserabgabe bei etwa 27° ein Minimum (gegenüber 18—20° in stagnierender Luft), ein Maximum ist selbst bei 40° noch nicht erreicht (in stagnierender Luft schon bei 37—38°). Bei mittleren und hohen Temperaturen (20—35°) ist die Wasserabgabe in Wind bedeutend herabgesetzt gegenüber den bei Windstille gefundenen Werten. Der lebende Körper verhält sich hier also anders als das feuchte tote Objekt. Von etwa 36° an tritt eine Umkehr des Verhältnisses ein, so daß höhere Lufttemperaturen bei Wind besser vertragen werden. Die Wasserdampfabgabe geht aber nicht proportional mit der Windstärke. Bei stärkeren Winden wird die Zunahme relativ geringer. Schon ein Wind von 1 m und weniger hat einen deutlichen Einfluß.

Bei der Arbeit liegen die Verhältnisse noch verwickelter. Auch hier ist die Höhe der relativen Feuchtigkeit neben der Lufttemperatur von ausschlaggebender Bedeutung.

Ein 70 kg schwerer Arbeiter in Hemdsärmeln, welcher in der Stunde 15 000 mkg leistete, schied bei 16°, d. h. einer für einen Arbeitsraum passenden Temperatur, in der Stunde 119 g Wasserdampf aus, bei einer auf 25° erhöhten Temperatur 230 g. Demgegenüber wurden in der Ruhe bei einer mittleren Temperatur von 22,5° 42 g, bei 25,7° 73 g Wasserdampf, während des Schlafes bei einer mittleren Temperatur von 20,1° 49,5, bei 21,1° 60 g stündlich produziert. Die relative Feuchtigkeit schwankte dabei etwa zwischen 50 und 90%. Die Nebenerscheinungen sind Erhöhung der Pulsfrequenz, Schweißausbruch, namentlich bei hoher relativer Feuchtigkeit, bisweilen Durstgefühl, Oppressionsgefühl, Übelkeit usw. Die Menge der ausgeatmeten Kohlensäure verhält sich in den drei Zuständen Schlaf: Ruhe: Arbeit (15 000 mkg pro Stunde) etwa wie 4: 5: 12. Die Wasserdampfausscheidung des Menschen ist auch bei der Arbeit keine gleichmäßige, sondern abhängig von der relativen Feuchtigkeit der Luft. Unter 20° kann sich die Wasserdampfausscheidung im Gebiet der chemischen Regulation auf gleicher Höhe halten. Die absolute Menge des ausgeschiedenen Wasserdampfes nimmt bei hoher Lufttrockenheit rasch, bei hoher Luftfeuchtigkeit dagegen mit steigender Temperatur langsam zu. Bei ersterer erreicht sie bei etwa 30—35° ein Maximum, bei letzterer schon bei 25—30°.

Einen einheitlichen Wasserdampfzuwachs auf Rechnung der Arbeit, der Ruhe gegenüber, gibt es aber nicht.

Folgende Tabelle gibt einige Anhaltspunkte für die unter verschiedenen Umständen etwa ausgeschiedenen Wassermengen auf Grund der von H. Wolpert ausgeführten zahlreichen Versuche.

Temp. °C	Ausgeschiedene Mengen Wasserdampf pro Stunde in Grammen					
	Ruhe		Mittlere Arbeit 5000 mkg/St.		Sehr schwere Arbeit 15000 mkg/St.	
	Trockene Luft	Feuchte Luft	Trockene Luft	Feuchte Luft	Trockene Luft	Feuchte Luft
15	50	20	55	25	55	25
20	60	25	60	50	70	—
25	65	35	105	85	150	—
30	100	65	145	110	220	—
35	160	—	170	—	—	—

Man sieht, daß bei niedrigen Temperaturen bis etwa 20° C (bei welchen übrigens trockene Luft kälter empfunden wird als feuchte) auch bei angestrengter Arbeit die Wasserdampfabgabe mäßig ist und daß sie bei höheren Temperaturen steigt, und zwar stärker in trockener Luft. Der richtige für die Arbeit passende Feuchtigkeitsgehalt der Luft kann nur für eine bestimmte Temperatur angegeben werden.

Nach den Angaben Wolperts dürften folgende Luftfeuchtigkeiten im allgemeinen am angemessensten sein:

Temperatur des Raumes °C	Zweckmäßige Höhe der relativen Feuchtigkeit bei	
	Ruhe %	Arbeit %
15	50—70	50—70
18—20	40—60	30—50
21—24	30—50	20—40
25—30	20—40	15—30

Praktisch ist der Feuchtigkeitsgehalt der Luft in Arbeitsräumen so zu bemessen, daß keine Schweißsekretion (tropfbar flüssiges Wasser) beim Arbeitenden eintritt.

Trockenheit der Luft (bis höchstens 30% R. F.) ist für maximale Arbeitsleistungen in hochwarmer Luft die wichtigste Vorbedingung. Durch das Ablegen von Kleidern wird die Wasserdampfabgabe unterstützt.

2. Luftdruck.

Veränderungen des Luftdruckes, mögen sie nun nach der negativen oder positiven Seite erfolgen, paßt sich der Organismus, insofern sie allmählich vor sich gehen, innerhalb weiter Grenzen an. Die meisten Menschen vertragen eine Verminderung des Luftdruckes auf 450 mm Quecksilber ohne Beschwerden, desgleichen eine Kompression der Luft auf annähernd 2 Atmosphären Druck. Beim nicht nur vorübergehenden Übergang in Gegenden mit vermindertem Luftdruck (Höhenklima) steigt die Anzahl der roten Blutkörperchen in der Volumeinheit des Blutes und umgekehrt.

Sinkt, wie z. B. vor einem Gewitter, der Luftdruck rasch, so kommt es zu einer Ausdehnung der Darmgase, welche lästig empfunden werden kann. Schnelle Luftdruckschwankungen machen sich auch im Gehörorgan wegen entsprechender Druckschwankungen in der Paukenhöhle durch vorübergehende Gehörsstörungen bemerkbar.

3. Luftelektrizität.

Über den Einfluß von Veränderungen der luftelektrischen Zustände der Atmosphäre auf den Organismus ist wenig Sicheres bekannt. Die vor und bei Gewittern bei empfindlichen Personen beobachteten leichten nervösen Störungen dürften ihren Grund in solchen Schwankungen haben. (Vgl. S. 166.)

III. Veränderung der atmosphärischen Verhältnisse in einer für den Menschen schädlichen Richtung.

1. Gasförmige Bestandteile.

a) Gerüche.

Die Atmosphäre kann mit unangenehmen, widerlichen Gerüchen behaftet sein.

Im Freien stammen dieselben entweder aus Gewerbebetrieben oder von landwirtschaftlicher Tätigkeit her (Düngung). Hierher gehören auch die von mangelhaft beseitigten Abwässern und Abfallstoffen und von den zentralen Abwässerreinigungsanstalten, Müllbeseitigungseinrichtungen und Abdeckereien ausgehenden Gerüche.

In geschlossenen Räumen werden widerliche Gerüche hauptsächlich erzeugt durch die Ausdünstungen der Menschen selbst, namentlich bei mangelhafter Reinlichkeit, durch Küchengerüche, Abortgerüche usw.

Üble Gerüche können das Wohlbefinden in erheblichem Maße stören. Dadurch, daß sie Ekel erzeugen, kann die Ernährung leiden. In einer mit üblen Gerüchen beladenen Luft wird die Atmung auf das Notwendigste eingeschränkt und verflacht. Von gewissen Industrien ausgehende Gerüche können die Nachbarschaft an einer gründlichen Lüftung und dem Offenlassen der Fenster hindern, ein Umstand, der namentlich im Sommer zu großen Nachteilen führen kann.

Eine unmittelbare Gesundheitsschädigung können die üblen Gerüche — abgesehen vielleicht von dem giftigen Schwefelwasserstoff — nicht ausüben, wohl aber eine mittelbare. Sie bedeuten daher nicht nur eine Unbequemlichkeit, sondern eine wirkliche gesundheitliche Schädigung.

An viele Gerüche kann man sich allerdings gewöhnen, aber „Gewöhnung ist nur ein Schwinden akuter Symptome, aber kein Beweis der Unschädlichkeit des bestehenden Eingriffes. Sie ist ein Argument, das arg mißbraucht wird, sie ist eine schlechte Eigenschaft, weil sie uns der Warnungssignale vor schädlichen Einwirkungen beraubt“ (Rubner).

b) Kohlensäure und Wasserdampf.

Die chemisch-physikalische Beschaffenheit der Luft kann sich in geschlossenen Räumen bis zu einem Grade ändern, daß eine Gefährdung der menschlichen Gesundheit eintritt.

Die Anhäufung von Kohlensäure allerdings ist selten so hochgradig, daß sie schädlich wirkt. Es muß streng auseinandergehalten werden, daß wir zwar nach v. Pettenkofer die Kohlensäure als Maßstab für die Luftverschlechterung benutzen, daß sie selbst, d. h. reine Kohlensäure, aber erst in Mengen schädlich wirkt, die praktisch kaum vorkommen. v. Pettenkofer und andere haben in Räumen, in welchen der Gehalt der Luft an reiner, künstlich dargestellter Kohlensäure 1—4% und mehr betrug, sich mehrere Stunden aufgehalten, ohne eine Änderung ihres Wohlbefindens zu erfahren. Gefährlich wird nach Wolpert erst der Aufenthalt in einer Luft mit 8% Kohlensäure und mehr. Sofortige Lebensgefahr bringt erst ein Kohlensäuregehalt von 30% und mehr mit sich. Dagegen wird ein Gehalt der Luft an Kohlensäure, welcher 1‰ übersteigt, insofern die Kohlensäure der Ausatmungsluft von Menschen und Tieren entstammt, als unhygienisch betrachtet.

Die praktische Brauchbarkeit dieses von v. Pettenkofer empirisch aufgestellten „Kohlensäuremaßstabes“ wird zwar von den meisten

Hygienikern anerkannt, doch wird die Unzuträglichkeit der Luft eines ungenügend ventilierten, mit Menschen erfüllten Raumes, welche sich durch eintretendes Bangigkeitsgefühl, Kopfschmerzen, Übelsein usw. bemerkbar macht, heute von der Mehrzahl der Autoren in Übereinstimmung mit Flügge nicht auf schädliche Beimengungen chemischer Natur zurückgeführt, sondern mehr auf die Anhäufung von Wasserdampf und die damit bei höheren Temperaturen eintretende Wärmestauung. Man hat daher versucht, auch den „Wasserdampfmaßstab“ für die Beurteilung der Luftverschlechterung heranzuziehen. (Vgl. S. 171.)

Ein Nachweis giftiger, der Ex- und Perspiration des Menschen entstammender Produkte ist bisher mit Sicherheit nicht gelungen. Im Kondenswasser der Exspirationsluft konnte Peters Stoffe feststellen, welche in geringem Grade schwächend auf die Tätigkeit des isolierten Froschherzens einwirkten. Weichardt hat das von ihm gefundene sog. Kenotoxin (Eiweißabspaltungsantigen mit Ermüdungscharakter) in Spuren auch in der Ausatmungsluft nachgewiesen und führt darauf die Minderung der Kohlensäureabscheidung bei solchen Menschen, welche gezwungen sind Ausatmungsluft einzuatmen, die Verlangsamung des Stoffwechsels und das Erschlaffungsgefühl zurück. Diese Anschauungen haben aber eine allgemeine Zustimmung bisher nicht erfahren.

c) Kohlenoxyd.

Von gasförmigen, nicht normalen Luftbestandteilen ist, wenn man von gewerblichen Betrieben absieht (vgl. deswegen das Kapitel Gewerbehygiene), praktisch nur noch von Bedeutung das Kohlenoxyd und die schweflige Säure.

Kohlenoxyd entsteht bei der unvollständigen Verbrennung kohlenstoffhaltiger Stoffe; es ist zu 5—9% im Leuchtgas, zu 30—50% im Wassergas enthalten. Es findet sich in nicht unbeträchtlicher Menge in den Feuerungsgasen, entwickelt sich auch aus offenen, zum Austrocknen der Bauten benutzten Koksfeuern (Kohlendunst). Es ist im Zigarren- und Zigarettenrauch (s. Kapitel Genußmittel) vorhanden, in geringen Spuren auch in der städtischen Atmosphäre. Auf den Straßen wird mit den Auspuffgasen der Automobile der Luft viel Kohlenoxyd zugeführt.

Kohlenoxyd ist ein geruchloses Gas. In die Wohnräume gelangt es gewöhnlich aus defekten oder nicht verschlossenen Leuchtgasleitungen.

Das Kohlenoxyd (CO) ist ein Blutgift. Es bindet sich, und zwar fester als der Sauerstoff, wie dieser an das Hämoglobin des Blutes zu Kohlenoxydhämoglobin. Die Verwandtschaft des CO zum Hämoglobin ist etwa 140 mal so groß als die des Sauerstoffs. Enthält eine Luft 0,2‰ Kohlenoxyd, so werden etwa 20% des normalen Blutfarbstoffes durch das Kohlenoxyd für die innere Atmung ausgeschaltet, bei 0,5‰ etwa 40% und bei 2—3‰ etwa 70 bis 80% (Haldane und Smith). In solchen Fällen ist die Vergiftung tödlich. Nach v. Grubers praktischen Versuchen ist ein Gehalt der Luft unter 0,2‰ unbedenklich, von etwa 0,5‰ an schädlich und über 2—3‰ tödlich bzw. bedrohlich. Deutliche Vergiftungserscheinungen treten auf, wenn etwa $^1/_3$ des Blutfarbstoffs an Kohlenoxyd gebunden ist.

Das Kohlenoxydhämoglobin hat eine kirschrote Farbe (daher hellrote Totenflecke an der Leiche von Kohlenoxydvergifteten), sein Spektrum ähnelt dem des Oxyhämoglobins (vgl. Abb. 138), doch sind die Absorptionsstreifen im Gelbgrün ein wenig nach der Violettseite des Spektrums hin verschoben. Bei Zusatz von Schwefelammonium fließen beim Oxyhämoglobin die Reduktionsstreifen in einen breiten Streifen von

reduziertem Hämoglobin zusammen. Bei den Absorptionsstreifen des Kohlenoxydhämoglobins tritt das nicht ein.

Die Vergiftungserscheinungen sind: Kopfdruck, Übelkeit, Erbrechen, Bewußtseinsverlust, Erstickung. Durch Einatmung von reinem Sauerstoff kann das Kohlenoxyd langsam aus seiner Verbindung mit dem Hämoglobin verdrängt werden (Massenwirkung). Als Nachkrankheiten beobachtet man bei Kohlenoxydvergiftungen nervöse und psychische Störungen. Wegen der Leuchtgasvergiftungen vgl. auch das Kapitel Beleuchtung.

d) Schweflige Säure.

Die schweflige Säure entsteht zumeist bei der Verbrennung schwefelhaltiger Kohlen, also überall da, wo menschliche Ansiedelungen sich finden. Bemerkbar macht sie sich naturgemäß erst innerhalb und in der Nähe von Großstädten, namentlich solchen mit stark industriellem Gepräge. Aus den Pyritöfen der Sulfitzellulosefabriken können sich besonders große Mengen gasförmiger schwefliger Säure der Luft beimischen.

Der Schwefelgehalt der Kohlen beträgt durchschnittlich $^1/_2$—1%, kann aber bis auf 9% (Braunkohle) steigen. Die schweflige Säure ist spezifisch schwerer wie Luft, hat also die Tendenz, aus den Schornsteinen nach der Abkühlung in die Atemzone der Menschen herunterzusinken.

Die schweflige Säure ist ein durchaus irrespirables Gas, welches sich, schon in Mengen von über 0,15 mg im Liter = rund 0,05 ccm der Luft beigemischt, unangenehm bemerkbar macht[1]). Tödlich wirkt bereits die 10fache Konzentration in kurzer Zeit.

Sehr empfindlich gegen die schweflige Säure ist die Pflanzenvegetation; besonders Nadelhölzer, dann aber auch Buchen und Birken werden von ihr schon in sehr großer Verdünnung (etwa 1 : 500 000 bei chronischer Einwirkung) in erkennbarer Weise angegriffen. Auch die schweflige Säure (fast immer schon zu Schwefelsäure oxydiert) enthaltenden Niederschläge, z. B. der Schnee in der Nachbarschaft von großen Städten und Fabriken hat auf Koniferen eine verderbliche Wirkung. Rubner veranschlagt den Gehalt der Berliner Luft an SO_2 auf 1,0—1,5 mg im Kubikmeter.

Zum Teil ist die schweflige Säure in der Luft an Ammoniak gebunden.

Andere giftige Gase machen sich in gewissen Fabrikbetrieben lästig. Im folgenden sollen nur einige derselben angeführt werden mit Angabe der Konzentration, bei welcher sie (nach K. B. Lehmann) nach $^1/_2$—1 Stunde langer Einwirkung sofort oder später tödlich wirken.

	mg/L
Schwefelwasserstoff	0,6—0,8
Arsenwasserstoff	0,05
Chlor	0,1—0,15
Salzsäure	1,8—2,6
Ammoniak	1,5—2,7

Nitrose Gase entstehen beim Zusammentreffen von Salpetersäure mit Metallen usw. Sie wirken verätzend auf die Schleimhaut des Respirationssystems.

Ob eine chronische Kohlenoxydvergiftung durch oft wiederholte, länger dauernde Einatmung kleiner Kohlenoxydmengen vorkommt (z. B. bei Plätterinnen usw.), ist noch nicht sicher gestellt.

[1]) 1 cbm schweflige Säure wiegt im Normalzustande 2,864 kg.

2. Schwebestoffe.

Die Atmosphäre kann ungesunde Eigenschaften annehmen durch ein Übermaß an suspendierten Stoffen. Als solche kommen in Betracht: Ruß, Staub und die ihm anhaftenden Mikroorganismen.

Holz und Holzkohle entwickeln wenig, dagegen Steinkohle und Braunkohle viel störenden Rauch.

Daß die übermäßige Rauch- und Rußentwicklung die menschliche Gesundheit beeinträchtigt, ist unlängst von der preußischen wissenschaftlichen Deputation für das Medizinalwesen anerkannt worden. Über den Umfang dieser Schädigung ist man aber noch nicht ausreichend unterrichtet.

Die Ansicht von Asher, daß durch die Rauchplage eine erhebliche Zunahme vornehmlich der nichttuberkulösen akuten Lungenerkrankungen stattgefunden hat, wird von den meisten Autoren nicht geteilt. Aber schon der Umstand, daß der Rauch teils selbst zu einer Trübung der Atmosphäre und damit zu einer Minderung der Sonnenintensität führt, teils diese indirekt durch Begünstigung der Nebelbildung, besonders bei gleichzeitiger hoher Feuchtigkeit der Atmosphäre (London, Hamburg) schwächt, bedeutet eine gesundheitliche Gefahr.

Der Ruß ist, vom Kohlenstoff abgesehen, charakterisiert durch seinen Teergehalt, durch welchen er die klebrig-schmierige Beschaffenheit erhält. Der Rußgehalt der Rauchgase übersteigt häufig 0,5%, demgemäß kann der Rußgehalt der Stadtluft sehr bedeutend sein. In der Londoner Luft fand Russel für den Kubikmeter Luft:

bei klarem Wetter rund	0,1 mg	
bei trübem ,, ,,	0,4 ,,	
bei nebligem ,, ,,	1,0 ,,	Ruß

Rubner fand ähnliche Zahlen (0,04—0,31 mg).

In Deutschland sind bisher hauptsächlich in Dresden, Hamburg und Königsberg i. Pr. systematische Rußbestimmungen der Luft ausgeführt worden.

Bestimmungen des Staubes einschließlich Rußes in Dresden mittels Wägung ergaben einen Staubgehalt der Straßenluft zwischen unwägbaren Mengen und 2,7 mg im Kubikmeter Luft. Der Rußgehalt war im Winter größer als im Sommer, am Vormittag etwas größer als am Nachmittag. Ein voller Parallelismus zwischen Staub- und Rußgehalt bestand nicht.

Friese fand im Liter Dresdener Regenwasser durchschnittlich etwa 50 mg feste Stoffe (im Minimum rund 20, im Maximum rund 125 mg), davon waren durchschnittlich nur $^1/_3$ ungelöst. Im Liter Schneeschmelzwasser wurden dagegen durchschnittlich mehr als doppelt so große Mengen gefunden, und zwar überwogen hier die suspendierten Stoffe die gelösten.

An der Verunreinigung der Luft mit Rauch tragen nicht nur die Feuerungsanlagen der Industrien Schuld, sondern auch die Hausfeuerungen (Renk).

Der Gehalt der Luft an Staub und Mikroorganismen wird im allgemeinen parallel miteinander gehen. In den höheren Luftschichten (und auf dem Meere) ist die Luft, wie schon erwähnt, keimarm, bis zu einigen hundert Keimen im Kubikmeter. Dann wächst der Keimgehalt nach der Erdoberfläche zu und beträgt hier durchschnittlich einige tausend Keime pro Kubikmeter. Pathogene Keime sind in der Luft geschlossener Räume mehrfach nachgewiesen worden, theoretisch ist ihr Vorkommen im Freien natürlich auch möglich,

jedoch werden die Gefahren der Infektion durch bakterienhaltige Luft gewöhnlich sehr überschätzt. Die in der freien Luft etwa vorhandenen Krankheitskeime werden zudem meistens durch ungünstige Ernährungsbedingungen und die schädlichen Einflüsse der Belichtung und der Austrocknung in ihrer Virulenz geschwächt sein.

3. Physikalische Eigenschaften.

a) Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Sonnenstrahlung.

Starke Erhöhung der Temperatur führt, insofern nicht durch reichliche Schweißbildung und Wasserverdunstung Gelegenheit zu kräftiger Entwärmung gegeben ist, zur Wärmestauung, im schlimmsten Falle zum Hitzschlag. Er kommt am häufigsten bei anstrengenden Märschen und sonstigen starken Muskelanstrengungen, zumal nach Alkoholgenuß, bei schwülem windstillem Wetter vor, d. h. in Fällen, wo das feuchte Thermometer des Psychrometers mehr als 20° C anzeigt.

Die vom Hitzschlag Betroffenen stürzen nach einer Periode des Benommenseins bewußtlos zusammen und können, falls nicht schleunig für Abkühlung gesorgt wird, in diesem Zustande zugrunde gehen. Die Körperwärme steigt dabei oft auf 40—43°.

Die Einwirkung niedriger Temperaturen kann einerseits zu den als „Erkältung“ bezeichneten Zuständen führen, andererseits auch den Tod durch Erfrieren hervorrufen.

So alltäglich die Erscheinungen der „Erkältung“ auch sind, so unsicher ist man in der Erklärung dieses Zustandes. Erfahrungsgemäß führt die „Erkältung“ am häufigsten zu Katarrhen der Nase, des Rachens, des Ohres, zu Anginen, Bronchitiden, Pneumonien, zu rheumatischen Erkrankungen und zur akuten Nephritis, Erkrankungen also, welche wir zum größten Teil auf bakterielle Infektionen zurückführen. Augenscheinlich ist also die Erkältung ein die Invasion der gewöhnlich ubiquitären Bakterien (meist Diplokokken, Streptokokken u. dgl.) vorbereitendes oder begünstigendes Moment. Zur Erklärung wird vielfach die Reflextheorie herangezogen in dem Sinne, daß es zunächst durch einen länger dauernden, mäßigen Kältereiz zu einer Kontraktion der Blutgefäße ohne darauffolgende reaktive Hyperämie kommt. Die hierdurch direkt oder indirekt erzeugte Anämie der Schleimhäute der Nasenrachenhöhle usw. erzeugt eine verminderte Resistenz der Infektion gegenüber. Für diese Theorie, welche allerdings nur einen Teil der Erscheinungen erklärt, spricht die Beobachtung, daß scharfe Kältereize, die zu einer Lähmung der peripheren Gefäße (Hyperämie) führen, im allgemeinen seltener Erkältungskrankheiten im Gefolge haben als lang anhaltende schwächere Reize (Zug), namentlich bei naßkalter Witterung. Andere stellen den Vorgang einfacher so dar, daß die Kältereize eine Verschiebung des Blutes aus den äußeren Bedeckungen des Körpers nach den inneren Teilen bedingen und daß, falls diese Blutverschiebung lange anhält, die inneren Teile durch diese Kongestion krankhaft verändert werden. In diesem Zustand fallen sie leicht einer Infektion anheim (v. Behring). Außerdem ist es auffallend, daß es im wesentlichen lokale Abkühlungen sind, welche Erkältungen hervorrufen, während gleichmäßige Abkühlung des ganzen Körpers (Luftbad) besser ertragen wird. Tierversuche, deren Ergebnisse nicht ohne weiteres auf den Menschen übertragbar sind, ergaben (Lode, Trommsdorf, Keysser u. a.), daß durch Erkältungseinflüsse eine Resistenzherabsetzung des Organismus eintritt (Abnahme der Leukocytenzahl, Abnahme der bakteriziden Kräfte in dem Gemisch von Serum und Leukocyten).

Zu Erkältungen disponiert besonders eine übermäßig warme, die Schweißbildung begünstigende Kleidung, der ständige Aufenthalt in sehr gleichmäßig temperierten Räumen (Zentralheizung) und der Alkoholismus.

Eine besondere hygienische Bedeutung kommt der übermäßigen oder fehlenden Sonnenstrahlung zu.

Übermäßige Bestrahlung des ungeschützten Kopfes kann die Erscheinungen des Sonnenstichs hervorrufen, eine in den Tropen häufige Erscheinung, bedingt durch eine akute Hyperämie der Gehirnhäute, ätiologisch vom Hitzschlag wohl zu unterscheiden. Die Haut empfindlicher Personen kann durch starke Besonnung in einen entzündlichen Zustand geraten (Dermatitis).

Umgekehrt ist das Fehlen oder die Spärlichkeit der Sonnenstrahlung, abgesehen von der ungünstigen psychischen (deprimierenden) Wirkung, den der Mangel an Sonnenlicht auf viele Personen ausübt, hygienisch nicht gleichgültig.

Große Städte haben vielfach nur einen Bruchteil des ihnen eigentlich zukommenden Sonnenscheins (London, Hamburg u. a.). Alle Teile des Sonnenspektrums haben ausgesprochene bakterizide Wirkungen, namentlich bei geringer Luftfeuchtigkeit, bei welcher weniger Lichtstrahlen absorbiert werden. Im allgemeinen werden nicht sporenhaltige pathogene Bakterien einschließlich des Tuberkelbazillus durch unmittelbare Sonnenlichtwirkung innerhalb weniger Minuten geschwächt, bei längerer Einwirkung abgetötet. Man hat daher (Ruhemann) die Hypothese aufgestellt, daß längere sonnenscheinfreie Zeiten das Auftreten gewisser Infektionskrankheiten (Influenzaepidemien 1889/90 und 1907) begünstigt hätten, doch ist diese Ansicht nicht ohne Widerspruch geblieben.

Die Bedeutung der ultravioletten Strahlen für den elektrischen Zustand der Atmosphäre ist bereits erwähnt worden.

b) Luftdruck.

Veränderungen des Luftdrucks spielen eine Rolle bei gewissen gewerblichen Arbeiten, beim Sport (Bergsteigen) und im Flugwesen.

Unter erhöhtem Luftdruck (bis zu 4 Atmosphären) arbeiten Taucher, Caissonarbeiter und Tunnelarbeiter. Bei der Kompression entstehen häufig bereits subjektive Beschwerden, ebenso bei der Druckabnahme (Dekompression). Gefahren birgt nur dies letzte Stadium in sich. Der unter dem höheren Druck vom Blut aus der Atemluft absorbierte Stickstoff kann nämlich bei plötzlicher Druckverminderung in Form von Gasblasen frei werden und zu tödlichen Gasembolien Veranlassung geben.

Zur Verhütung solcher Zufälle muß daher das „Ausschleusen" unter allmählich und gleichmäßig abnehmendem Druck (um je $^1/_{10}$ Atmosphäre in 2 Minuten) geschehen.

Abnahme des Luftdrucks empfindet der Mensch zunächst bei hohen Bergwanderungen. Werden dabei sehr große Höhen, über 3000 m (die Grenze ist individuell verschieden) erreicht, so treten die Erscheinungen der sog. Bergkrankheit auf (Atembeschwerden, Angstgefühl, Kopfschmerz, Blutspeien u. dgl.). Die Gründe für diese Erkrankung liegen wahrscheinlich in der geringen Sauerstoffspannung der Luft in diesen Höhen, doch spielen vielleicht auch andere Einflüsse noch mit. Durch Sauerstoffeinatmungen werden die Erscheinungen zum Verschwinden gebracht.

Ähnliche Erscheinungen beobachtet man bei dem Erreichen großer Höhen vermittels der Luftschiffahrt. Bis zu 4000—5000 m Höhe pflegen wirkliche Störungen des Befindens hier nicht aufzutreten, dieselben beginnen gewöhnlich erst bei der Überschreitung einer Höhe von 5000 m und zeigen sich in geistiger und körperlicher Mattigkeit, Schwindel, Übelkeit, Schlafsucht, zuerst arhythmischem, dann unfühlbarem Puls.

Auch hier werden die Erscheinungen durch Sauerstoffmangel am einfachsten erklärt. Rechtzeitige Sauerstoffeinatmungen sind zugleich das beste Mittel zur Verhütung des Eintritts der Erkrankung.

Bisher sind durch Ballonfahrten schon Höhen über 9000 m erreicht worden (Berson und Süring).

Beim Aeroplanflug können die Störungen schon in bedeutend geringeren Höhen (1500—2000 m) eintreten als beim Freiballon. Begünstigend auf den schnelleren Eintritt der Fliegerkrankheit wirkt hier der starke Wind bei gleichzeitiger, oft erheblicher Kälte und die größere Anspannung des Nervensystems.

c) Luftelektrizität.

Ob die Störungen des Wohlbefindens vor und bei Gewittern mehr dem abnehmenden Luftdruck oder der Veränderung in der atmosphärischen Elektrizität zuzuschreiben sind, ist fraglich. Korff-Petersen konnte einen Einfluß stark ionisierter Luft weder auf den ruhenden noch auf den arbeitenden Menschen feststellen.

Die in Form von Blitzschlägen auftretenden elektrischen Entladungen können, sofern sie den Menschen treffen, unmittelbar tödlich wirken oder zum mindesten die verschiedenartigsten gesundheitlichen Störungen hervorrufen, wie Hautverletzungen (Brandwunden, Blitzfiguren) Lähmungen, Hör- und Sehstörungen, psychische Verwirrung.

Der Blitz sucht auch am Körper des Menschen den Weg des geringsten Widerstandes. Dieser Widerstand kann je nach Standort, Hautbeschaffenheit (trocken oder feucht) Kleidung u. a. sehr verschieden sein. Im übrigen sind die Gründe für die Wahl des Weges, welchen der Blitz nimmt, noch nicht völlig aufgeklärt. Von Bedeutung sind gewisse Erfahrungstatsachen, so die Abnahme der Blitzschlaggefahr mit der Zunahme der Größe des bebauten Komplexes, die sichernde Wirkung von Wasser- und Kanalisationsleitungen für ein Haus, die Häufigkeit des Blitzschlages in Bäume und die Bevorzugung einzelner Baumarten. So sind am gefährdetsten erfahrungsgemäß die Eiche, demnächst die Föhre. Dagegen wird die Buche verhältnismäßig selten vom Blitze getroffen.

Über die Beziehungen zwischen Witterung und Befinden ist noch wenig Zuverlässiges bekannt. Luftdruckschwankungen, namentlich solche, die sich in kurzer Zeit vollziehen, dürften auf die Psyche zweifellos von Einfluß sein („Föhnkrankheit"). Hohe Temperaturen setzen die geistige Arbeitsfähigkeit herab. Mittelbar sind diese Einwirkungen sicher von nicht unerheblicher Wirkung auf die Gesundheit. Indessen sind sie schwer wissenschaftlich erfaßbar.

IV. Gesundheitstechnische und administrative Maßnahmen zur Beseitigung oder Minderung gesundheitsschädlicher Zustände auf dem Gebiete der Luftverunreinigung.

Das große Prinzip der Selbstreinigung, dem wir überall in der Natur begegnen, kommt auch bei der Reinhaltung der Atmosphäre zur Geltung. Spielt sich die Selbstreinigung eines verunreinigten Wassers zum größten Teil durch biologische Vorgänge und durch die Verdünnung mit reinem Wasser ab, so ist die Selbstreinigung durch Verdünnung bei der Atmosphäre das wesentlichste Mittel zur Gesundung. In zweiter Linie sind die Niederschläge und die elektrischen Entladungen zu nennen.

Aufgabe der Hygiene muß es sein, es nie bis zu einer Störung der normalen Selbstreinigung kommen zu lassen.

A. Bekämpfung der Rauch- und Rußplage und der Luftverschlechterung im Freien.

Als Quelle der Luftverschlechteruug kommen alle Feuerungsanlagen, häusliche wie industrielle, Eisenbahnen und Dampfschiffe in Betracht, neuerdings ferner in hervorragendem Maße die mit Explosionsmotoren ausgestatteten Automobile, deren Auspuffgase Akrolein u. a. übelriechende Produkte, ferner bis zu 7 % Kohlenoxyd enthalten. Gänzlich vermeidbar ist die Rauch- und Rußentwicklung zwar nicht, sie läßt sich aber vermindern.

Zu starker Rauch- und Rußbelästigung geben Anlaß:

Ungeeignetes Feuerungsmaterial, mangelhafte Feuerungsanlagen und unsachverständige Bedienung derselben.

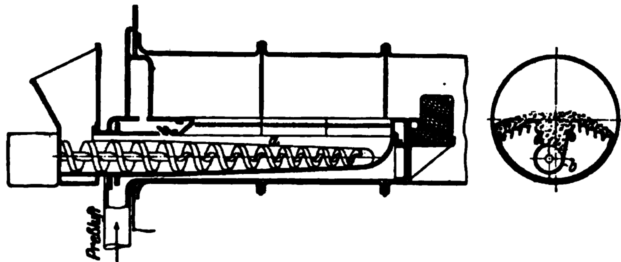


Abb. 74. Unterschubfeuerung mit automatischer Beschickung (nach Dubbel).

Gasarme Brennstoffe sind Anthrazit und Koks. Dieselben führen zu einer Rauchbildung nicht. Sie eignen sich aber nicht für alle Feuerungsanlagen, da diese meist für ein bestimmtes Brennmaterial konstruiert worden sind.

Mangelhafte Feuerungsanlagen finden sich mehr bei der häuslichen Beheizung als in der Industrie, bei welcher die Dampfkesselfeuerungen schon aus Rentabilitätsgründen gut durchkonstruiert zu werden pflegen. Da die Hauptrauchentwicklung beim Anheizen und Aufwerfen von Brennmaterial entsteht, so sind diejenigen Kesselfeuerungen zu bevorzugen, bei welchen eine kontinuierliche (automatische) Zuführung des Brennmaterials erfolgt. So wird z. B. bei den sog. Unterschubfeuerungen (Abb. 74) das Brennmaterial kontinuierlich von unten her auf den Rost gebracht und hierdurch der Zutritt der kalten Luft, welche das Rauchen veranlaßt, verhütet. Gleichzeitig wird Preßluft zugeführt. Wichtig ist auch eine richtige Höhe und Konstruktion der Schornsteine. Sie müssen so hoch sein, daß Rauch und Heizgase über Dachhöhe der benachbarten Häuser abgeführt werden. Über die Konstruktion der Hausfeuerungen vgl. das Kapitel Heizung. Die Einführung von zentraler Beheizung der Häuser wirkt hier meistens ebenso günstig wie die Benutzung von Dauerbrandöfen mit Anthrazit- und Koksfeuerungen. Überall dort, wo Kesselanlagen sehr ungleichmäßig beansprucht werden, wo also z. B. der Dampfbedarf plötzlich stark ansteigt, die Kessel also zeitweilig überlastet sind, ist eine raucharme Feuerung schwer durchzuführen (Lokomotiven usw.).

Sehr viel kommt aber auf die richtige Bedienung der Kessel an. Auch die besten Einrichtungen bedürfen einer sachverständigen Überwachung. Dieser Forderung sucht man durch Einrichtung von Heizerschulen zu genügen.

Ganz allgemein würde eine weitere Ausdehnung der Gasheizung und eine ausgedehntere Benutzung der Elektrizität oder der Wasserkräfte (Talsperren) als Kraftquellen zu Heizungszwecken zur Eindämmung der Rauchplage beitragen, doch sind einer solchen Entwicklung meist

Schranken verschiedener Art gesetzt (hohe Kosten, Wassermangel usw.). Nur in bezug auf den Eisenbahnbetrieb ist der Ersatz von Dampflokomotiven durch die elektrische Zugförderung aussichtsvoll und auch mit Erfolg streckenweise schon in die Wege geleitet worden.

Bei der Bedienung der Hausfeuerungen wird die Belehrung des Heizpersonals weniger Erfolg haben als bei den zentralen Anlagen. Immerhin hat man versucht, durch Merkblätter auch hier Wandel zu schaffen.

Eine Kontrolle über die richtige Bedienung von zentralen Feuerungsanlagen ist möglich durch Bestimmung des Kohlensäuregehaltes der abziehenden Rauchgase. Diese Kontrolle wird durch bestimmte Apparate (z. B. den Apparat der Adosgesellschaft m. b. H. in Aachen) automatisch ausgeführt. Das Ergebnis wird registriert. Der Kohlensäuregehalt in den Abgasen der Kohlenheizung kann maximal auf etwa 18—20% steigen.

Die sonstigen von der Industrie ausgehenden Luftverschlechterungen müssen von Fall zu Fall nach Lage der Verhältnisse bekämpft werden. Allgemeine Angaben lassen sich darüber nicht machen. Die hier gestellten Aufgaben sind übrigens häufig unlösbar, so daß in vereinzelten Fällen der ganze Fabrikbetrieb hat untersagt werden müssen.

Die gesetzlichen Mittel, welche in Deutschland für die Bekämpfung der Luftverschlechterung zur Verfügung stehen, sind folgende:

Nach § 16 der Reichs-Gewerbeordnung kann behördliche Genehmigung zur Errichtung von Anlagen, welche für die Besitzer oder Bewohner der benachbarten Grundstücke oder für das Publikum überhaupt erhebliche Nachteile, Gefahren oder Belästigungen herbeiführen, verlangt werden. Der § 907 des B.G.B. gibt dem Eigentümer eines Grundstückes das Recht, zu verlangen, daß auf Nachbargrundstücken nicht Anlagen errichtet werden, von denen mit Sicherheit vorauszusehen ist, daß ihr Bestand oder ihre Benutzung eine unzulässige Einwirkung auf sein Grundstück zur Folge hat.

Nach einer Entscheidung des preußischen Oberverwaltungsgerichtes vom 2. Oktober 1908 ist schon die Verkümmerung des Genusses frischer Luft (z. B. die Unmöglichkeit, wegen übler Gerüche im Freien die Fenster zu öffnen) Grund zum polizeilichen Einschreiten.

B. Lüftung.

Die Bewegung der Luft z. B. durch elektrisch betriebene Deckenfächer (Abb. 75) kann in warmen Gegenden bei gleichzeitiger Lufterneuerung Nützliches leisten.

Die spezifischen Gerüche, welche vielen Räumen, z. B. den Wohnungen kleiner Leute, den Kasernen, Schulen, kleinen Läden, Theatern, Konzertsälen, Restaurants, im besonderen Bierlokalen usw. eigen sind, und welche bei den Nichtgewöhnten starkes Übelbefinden hervorrufen können, haften meistens sehr fest an den Gegenständen und sind durch bloße Lüftung nicht immer zu beseitigen. Sie sind größtenteils nicht frei in der Luft vorhanden, sondern von der Oberfläche von Gegenständen adsorbiert.

Um sie zu beseitigen, müssen daher entweder die mit dem Geruch besonders stark behafteten Gegenstände aus dem betreffenden Raum entfernt werden (z. B. alte Möbel) oder die Wände und Decken, welche als adsorbierende Flächen ebenfalls eine große Rolle spielen, müssen einen neuen Überzug erhalten, welcher die weitere Ausdünstung verhindert (Öl- oder Kalkfarbenanstrich).

Eine gewisse, aber nicht unbestritten desodorierende Wirkung hat die Entwicklung von Ozon, Formaldehyd und schwefliger Säure.

Die sonst empfohlenen Desodorierungsmittel wirken gewöhnlich nur geruchsverdeckend.

Schwache Ozonisierung der Luft (0,05—0,5 mg Ozon für das Kubikmeter Luft) verbunden mit Ventilation wird zur Desodorierung von Kühlräumen für Fleisch, von Restaurants, Versammlungslokalen usw. empfohlen (System Siemens & Halske, System Elworthy-Kölle, der Gesellschaft für Ozonverwertung München u. a.) und bewährt sich anscheinend praktisch, obgleich die wissenschaftliche Erklärung hierfür noch nicht befriedigt. Ein Überschuß an Ozon ist für bewohnte Räume zu vermeiden. Gleichzeitige Ventilation ist unerläßlich.

Die Beseitigung der Kohlensäure, des Wasserdampfs und sonstiger Produkte der menschlichen Respiration und Perspiration mit Einschluß der durch die Beleuchtungseinrichtungen entstehenden heißen Abgase, erfolgt durch die Belüftung, d. h. durch Zufuhr frischer Luft aus dem Freien unter gleichzeitiger Verdrängung der verunreinigten Luft nach außen.

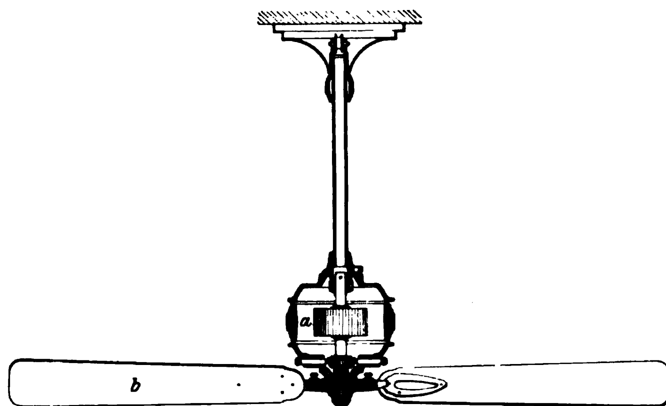


Abb. 75. Elektrisch betriebener Deckenfächer. a Motor. b Flügel.

Diese Lüftung kann unter Zuhilfenahme natürlicher Triebmittel erfolgen oder sie kann künstlich durch Anwendung besonderer Apparate hervorgerufen werden.

Die natürlichen Triebmittel sind Wind, Temperaturdifferenzen und in ganz geringem Grade Feuchtigkeitsunterschiede der Luft; von künstlichen Triebmitteln verwendet man heutzutage fast nur noch die elektrisch betriebenen Ventilatoren. Bei geöffneten Fenstern ist der Vorgang der Lüftung ohne weiteres verständlich, doch kommt die Fensterlüftung ihrer vorübergehenden Wirkung wegen nur in besonderen Fällen zur Anwendung. Bei kleinen Wohnungen ist die Möglichkeit der Querlüftung wünschenswert. Ist die Außentemperatur niedriger als die Innentemperatur, so findet das Zuströmen der kälteren Außenluft naturgemäß am unteren Teil des geöffneten Fensters statt, während die warme Innenluft oben abströmt. Soll Zugluft vermieden werden, so öffnet man daher nur die oberen Teile der Fenster. Sehr zweckmäßig sind Kippfenster für diesen Zweck.

Die natürliche Ventilation bei geschlossenen Fenstern hat zur Voraussetzung die Porosität des Baumaterials und das nicht vollständige Schließen von Türen und Fenstern an den Berührungspunkten mit den Tür- und Fensterrahmen. Ist die Temperatur innen und außen gleich hoch (Sommermonate), so ist die natürliche Ventilation bei Windstille = 0. Ist die Temperatur außen niedriger als innen (Winter), so drängt die warme Innenluft nach oben und der Eintritt der kalten Außenluft erfolgt in der

unteren Hälfte der Umwandung. Zwischen beiden Hälften findet sich die neutrale Zone (s. Abb. 76). An heißen Sommertagen bei kühlerer Innentemperatur liegen die Verhältnisse naturgemäß umgekehrt. Wird Luft in einen geschlossenen beheizten Raum hineingedrückt (Pulsionslüftung s. u.), so rückt die neutrale Zone nach unten, man kann sie sogar bis unter den Fußboden verlagern; wird Luft herausgesaugt (Aspirationslüftung s. u.), so rückt sie nach oben. Durch inneren Überdruck in beheizten Räumen kann man also Zugerscheinungen von geöffneten Türen aus verhindern.

Ziegel und Luftmörtel sind ziemlich luftdurchlässig. Durch einen entsprechend hergerichteten Ziegel kann man bekanntlich eine Kerzenflamme ausblasen. Eindringen von Feuchtigkeit vermindert die Durchlässigkeit. Tapetenverkleidung hebt die natürliche Ventilation durch die Wände etwas auf, ebenso der Anstrich mit Kalk und Leimfarbe. Durch Ölfarbenanstrich werden die Wände luftundurchlässig. Undurchlässig sind auch glasierte Klinker.

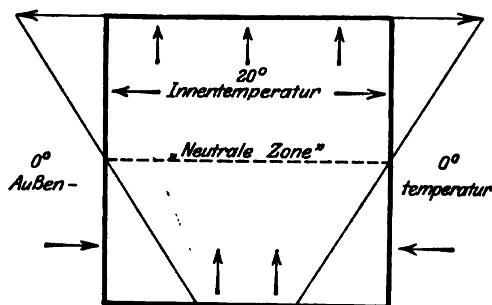


Abb. 76. Druckverhältnisse der Luft im beheizten Raum.

Die natürlichen Poren und Öffnungen eines sonst geschlossenen Wohnraumes genügen bei hinreichender Temperaturdifferenz zwischen Innen- und Außenluft und vor allem bei Winddruck, welcher für die Selbstlüftung von weit größerer Bedeutung als die Temperaturdifferenz ist, meist zur Erneuerung der Luft eines nicht überfüllten Raumes, wenn man als Maßstab für diese Erneuerung den Kohlensäuregehalt der Luft nimmt.

Der Kohlensäuremaßstab ist, wie schon erwähnt, von v. Pettenkofer zur Berechnung des Bedarfs an frischer Luft benutzt worden. Empirisch hat er die Forderung aufgestellt, daß der höchste zulässige Kohlensäuregehalt im Raum 1‰—1,5‰ (ausnahmsweise) nicht übersteigen soll[1]). Der Kohlensäuregehalt der Außenluft wird dabei zu 0,4‰ angenommen.

Flügge hat darauf aufmerksam gemacht, daß die Raumtemperatur einen größeren Einfluß auf das Wohlbefinden der Insassen hat als die chemische Zusammensetzung und die Beschaffenheit der Luft. Zu hoch temperierte Räume führen zur Wärmestauung und damit zu Störungen des Befindens, welche man häufig der mangelhaften Qualität der Luft zur Last gelegt hat. Das Ventilationsquantum hängt danach von der Temperatur ab. Auch nach Rietschels Vorschlag wird man in Versammlungsräumen u. dgl. zweckmäßig die Wärme als Maßstab für den einzurichtenden Luftwechsel einführen. Dadurch wird auch die Berechnung des Mehrbedarfs an Frischluft erleichtert, welcher durch die künstliche Beleuchtung bedingt wird. In solchen Räumen sollte die Temperatur nach Flügge 21° niemals übersteigen. Für den nicht körperlich arbeitenden, normal bekleideten Menschen sind Temperaturen von 17 bis 19° C, für den körperlich sich lebhaft bewegenden 13—15° am zuträglichsten. Da die Mehrzahl der Autoren z. Z. die Giftigkeit der Ex-

[1]) Für Krankenhäuser werden nur 0,7‰ erlaubt.

spirationsluft, für welche der Kohlensäuregehalt als Maßstab dienen soll, leugnet, würde der Wärmemaßstab der wissenschaftlich richtigere sein. Immerhin wird man zugeben müssen, daß der Pettenkofersche Kohlensäuremaßstab seine praktische Bedeutung darum noch nicht verloren hat.

Man rechnet gewöhnlich auf eine Person, und bezeichnet dann als Ventilationsquantum (Ventilationsbedarf) die Menge der für eine Person in einer Stunde frisch einzuführenden Luft. Als Luftkubus bezeichnet man den für eine Person vorhandenen Luftraum. Als Luftwechsel die x-malige Erneuerung der Raumluft in einer Stunde.

Bezeichnet also n die Anzahl der in dem Raum sich aufhaltenden Personen, J den Inhalt des Raumes in Kubikmetern und L den stündlichen Luftwechsel dieses Raumes in Kubikmetern Luft, so ist der

$$\text{Luftkubus} = \frac{J}{n} \text{ und das Ventilationsquantum} = \frac{L}{n}.$$

Eine rationelle Lüftung soll den notwendigen Luftwechsel schaffen, ohne daß lästige Zugerscheinungen entstehen.

Man nimmt gewöhnlich an, daß sich in der Stunde die Luft eines Raumes 2—$2^1/_2$ mal erneuern soll; steigert man den stündlichen Luftwechsel eines Raumes über das 5fache des Rauminhalts, so sind nach Rietschel Zugerscheinungen zu befürchten, doch hängt es von der Temperatur der Luft ab, ob eine bestimmte Luftgeschwindigkeit schon als Zug empfunden wird. Nach Nußbaum kann man über die gewöhnlich als oberste Grenze der Luftgeschwindigkeit in geschlossenen Räumen angegebene Grenze von 0,5 m pro Sekunde unbedenklich hinausgehen, wenn die Raumtemperatur über 20° C steigt. Die Luftbewegung kann dann bis auf 1 m pro Sekunde gesteigert werden.

Man begnügt sich aber gewöhnlich mit einem 2—3 maligen Luftwechsel.

Jede erwachsene Person gibt stündlich rund 20 Liter Kohlensäure ab. Beträgt der Kohlensäuregehalt der Luft im Freien 0,4‰ und soll derselbe im Zimmer nicht über 1‰ steigen, so ergibt sich folgendes:

Es dürfen pro Kubikmeter Luft 0,6 Liter Kohlensäure hinzugefügt werden, folglich bedarf man zur Unterbringung von 20 Liter Kohlensäure

$$\frac{20}{0,6} = \text{rund } 33 \text{ cbm}$$

Luft stündlich.

Wird die Grenze auf 1,5‰ erhöht, so errechnen sich nur

$$1,5—0,4 = \frac{20}{1,1} = 18 \text{ cbm}.$$

Rechnet man mit einem zweimaligem Luftwechsel in der Stunde, so würde für die Person ein Mindestluftraum (Luftkubus) von $^1/_2$ des Ventilationsquantums notwendig sein, also im ersteren Fall von 16,5 cbm, im letzteren Fall von 9 cbm.

Rechnet man mit einem dreimaligen Luftwechsel, so ergibt sich ein Luftkubus von nur 11 bzw. 6 cbm.

Die Größe der natürlichen Ventilation (durch die Poren der Mauern und die Undichtigkeiten der Fenster und Türen) wechselt natürlich sehr, je nach Temperaturdifferenz, Winddruck usw. Man wird für gewöhnlich im Mittel nicht mehr als einen halbmaligen oder viertelmaligen Luftwechsel durch sie in der Stunde erwarten dürfen.

Bei der Benutzung des Wärmemaßstabes, welchen man zweckmäßig für künstlich beleuchtete und zahlreichen Menschen zum Aufenthalt dienende Räume anwendet, rechnet man zumeist mit einer Wärmeabgabe von 75—100 großen Kalorien durch den erwachsenen ruhenden Menschen in der Stunde. Die künstliche Beleuchtung ist gewöhnlich nur dann von ausschlaggebender thermischer Bedeutung, wenn es sich um Gasbeleuchtung handelt, denn die verschiedenen Gasbrenner liefern

stündlich pro Kerze zwischen 10 und 80, die elektrischen Beleuchtungskörper dagegen nur zwischen $^1/_2$—3 große Wärmeeinheiten.

Die Ausführung der Berechnung ist Sache des Lüftungsingenieurs. Vielfach begnügt man sich indessen auch mit empirisch gewonnenen Größen. Es wird z. B. von Rietschel angenommen: das Ventilationsquantum (s. o.) für einen erwachsenen Kranken zu 75 cbm; bei Räumen, welche zum gemeinsamen Aufenthalt zahlreicher Menschen dienen, für jeden Erwachsenen zu 25—30 cbm; für Schulkinder zu 16—28 cbm, je nach dem Alter; für einen Gefangenen zu 20—30 cbm. Der in manchen Wohnungsordnungen angenommene Mindestluftraum von 10 cbm ist zu gering bemessen. Es empfiehlt sich in solchen Fällen überhaupt nicht, Mindestforderungen aufzustellen. Je größer der Luftkubus ist, desto geringer braucht der stündliche Luftwechsel zu sein.

In der kühleren und kalten Jahreszeit soll die Luft mit mindestens 15° C Temperatur in die Wohnräume eingeführt werden ohne Zugluft zu erzeugen.

Wichtig ist ferner die Herkunft der Luft. Bei der künstlichen Lüftung durch Pulsion wird Luft von einer bestimmten Entnahme-



Abb. 77. Wirkung der Luftströme auf Sauger. (Nach Wolpert.)

stelle aus, d. h. also Luft bekannter Natur zwangsläufig, d. h. durch Ventilatoren, in die Räume hineingedrückt. Die verbrauchte Luft entweicht dann durch besondere Abluftkanäle oder die natürlichen Undichtigkeiten (Lüftung durch Überdruck). Oder es wird Luft von unbestimmten Entnahmestellen aus, d. h. also Luft meist unbekannter Natur durch Poren und Ritzen der Umfassungswände in die Räume hineingesaugt (Lüftung durch Aspiration oder Sauglüftung). Grundsätzlich wird man die Pulsionslüftung für alle zum ständigen Aufenthalt von Menschen bestimmten Räume bevorzugen, die Aspirationslüftung dagegen bei allen mit Gerüchen, Rauch und Dampf erfüllten Räumen (Aborte, Küchen, verqualmte Lokale usw.) anwenden.

Man kann lokale Lüftung einrichten, z. B. durch Einsetzen eines elektrischen Ventilators in den oberen Teil eines Fensters oder man kann beim Bau des Hauses durch Einrichtung von Luftkanälen und Luftschächten gleich eine zentrale Belüftung vorsehen. Nachträgliche Anbringung solcher Luftkanäle ist schwierig.

In den Kanälen erfolgt der Auftrieb der Luft durch Temperaturdifferenz, solange die Luft innerhalb des Kanales wärmer ist als die Außenluft. Eine umgekehrte Richtung der Luftströmung nach abwärts, das sog. „Umschlagen", tritt ein, wenn die Luft in dem Kanal stark abgekühlt wird oder wenn die Temperatur der Außenluft höher ist als die der Kanalluft. Um solchen Störungen vorzubeugen, legt man gewöhnlich die Entlüftungsschächte in die Nachbarschaft warmer Schornsteine oder man bringt in dem Luftkanal eine sog. Lockflamme an.

Auch den Wind kann man zur Erhöhung der Ventilationswirkung ausnützen. Trifft Wind auf eine Fläche oder einen Körper, so reißt er die dahinter befindliche Luft durch Reibung mit sich fort und es entsteht an der vom Winde abgewendeten Seite eine Luftverdünnung, welche ihrerseits wieder eine gewisse

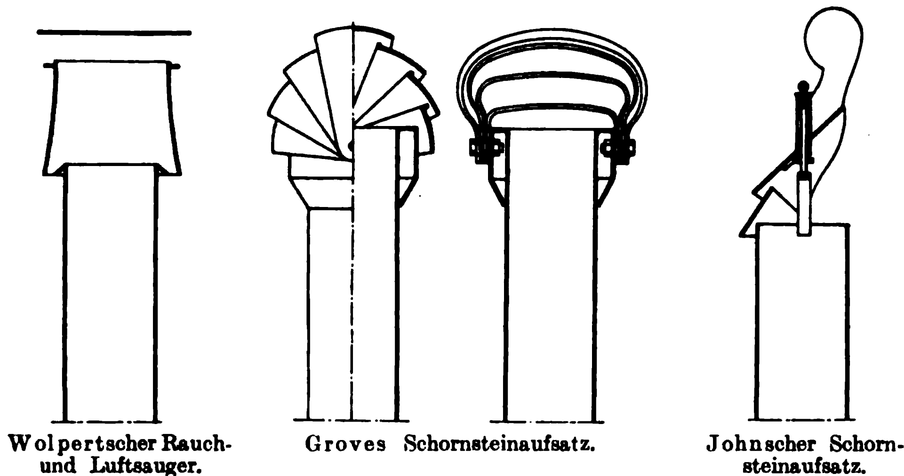
Saugkraft entfaltet (Abb. 77a). Man kann sich diese Tatsache sehr leicht vor Augen führen, indem man vor eine Kerzenflamme ein größeres Geldstück hält und gegen dasselbe einen Luftstrom richtet, die Flamme wird dann angesaugt, der Richtung des Windstromes entgegen (Abb. 77b).

Dieses einfache Prinzip benutzen in verschiedenen Abarten die *Saugköpfe oder Luftsauger*, auch Deflektoren genannt. Einige der gebräuchlichsten Typen (Abb. 78) sind: Wolpertsauger, Grovesauger, drehbarer Johnsauger. Bei der Pulsionslüftung müssen die Räume mindestens einen Zuluftkanal, bei der Aspirationslüftung mindestens einen Abluftkanal haben.

Meist wird man jedoch im ersteren Fall noch einen zweiten Kanal zum Abführen der verbrauchten Luft einbauen.

Die Herbeiholung von Luft unmittelbar von außen, z. B. durch hinter den Heizkörpern angebrachte Öffnungen, ist im allgemeinen nicht zu empfehlen.

Um im Winter Zugluft von den kalten Wänden, durch deren unteren porösen Teil (unterhalb der neutralen Zone, s. Abb. 76) die kalte Luft hereindrückt, zu vermeiden, wird man durch Überdrucklüftung die neutrale Zone möglichst bis auf den Fußboden zu senken suchen. Auch durch die Aufstellung von Heizkörpern (s. Heizung) kann Abhilfe geschaffen werden.



Wolpertscher Rauch- und Luftsauger. *Groves* Schornsteinaufsatz. *Johnscher* Schornsteinaufsatz.

Abb. 78. Gebräuchliche Arten von Luftsaugern. (Nach *Rietschel*.)

Wo die Frischluft einzuleiten ist, hängt davon ab, ob sie wärmer oder kühler als die Eigenluft des Raumes ist. Ist sie wärmer wie bei der Luftheizung, so wird sie am besten über Kopfhöhe (etwa 2,5 m über dem Fußboden) eingeführt. Ist sie kühler, was bei der Ventilation von Versammlungsräumen u. dgl. die Regel ist, so kann man die kühle Luft *gut verteilt* an der Decke (Abwärtslüftung) oder am Fußboden (Aufwärtslüftung) einströmen lassen. Letzteres ist aber nur zulässig bei geringer Temperaturdifferenz zwischen Innenluft und Frischluft (höchstens 2—3°) und bei sehr geringer Einströmungsgeschwindigkeit.

Die Abluftkanäle befinden sich den Zuluftkanälen gegenüber entweder am Boden oder an der Decke. Abluftkanäle müssen thermisch gut isoliert, d. h. gegen starke Abkühlung geschützt sein (sonst leicht Umkehrbewegung der Luft). Sie münden am besten über Dach oder in einen entlüftbaren Sammelkanal auf dem Dachboden. Ihre Öffnungen über Dach müssen durch Aufsetzen von Dachreitern oder Deflektoren (s. o.) gegen das Eindringen von Regen geschützt werden. Deflektoren erhöhen bei Wind die entlüftende Wirkung. Absperrklappen sind *zweckmäßig*.

Die Entnahme der frischen Luft soll dort erfolgen, wo sie möglichst frei von Staub und Gerüchen ist. Die Eintrittsöffnung an der Entnahme-

stelle ist durch Drahtgeflechte gegen das Eindringen von Unrat, Tieren usw. zu sichern. Man läßt die Frischluft eventuell zur Entfernung des Staubes Staubkammern und Luftfilter (meist Woll- oder Baumwollstoffe) passieren oder wäscht sie. Man wärmt sie in Heizkammern vor, befeuchtet sie, kühlt sie, ozonisiert sie je nach Bedürfnis.

Luftfilter, welche nicht regelmäßig gereinigt werden, bringen im übrigen mehr Nachteile als Vorteile.

Größere Kanäle sollen tunlichst zugängig und leicht zu reinigen sein (glatte Wände).

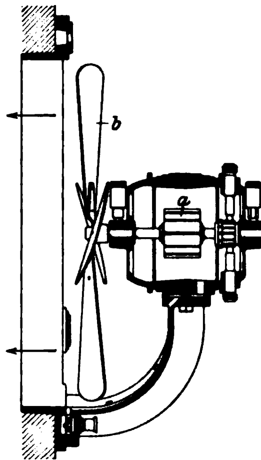


Abb. 79. Elektrisch betriebener Fensterventilator. a Motor. b Flügel. (Nach Rietschel.)

Zentrale Lüftungseinrichtungen eignen sich nur für solche Gebäude, in welchen der Betrieb dieser Einrichtungen dauernd von sachverständiger Seite überwacht und geregelt wird. In anderen Fällen sind sie aus Mangel an Bedienung meist ziemlich wertlos.

Die Ventilation durch motorisch betriebene Ventilatoren ist kostspielig und eignet sich aus diesem Grunde nur für Gebäude mit vielen Insassen (Schulen, Krankenhäuser, Theater, Restaurants, Konzertsäle, Gefängnisse usw.) unter einheitlicher Betriebsaufsicht.

Zu beachten ist, daß die Belüftung durch Ventilatoren bisweilen zu lästigen Geräuschen führen kann. Man benutzt meist elektrisch betriebene Schrauben- oder Zentrifugalventilatoren. Letztere vermögen größere Luftwiderstände zu überwinden.

In Gewerbebetrieben werden auch mit Wasser, Luft oder Dampf betriebene Strahlapparate zur Entlüftung oder Belüftung benutzt. Das Prinzip ist dabei das der Wasserstrahlluftpumpe. Schon ihres Geräusches wegen sind sie für Wohnräume schlecht verwendbar. Die Leistungen sind außerdem geringer.

Über den Feuchtigkeitsgehalt der Luft bewohnter Räume vgl. den Abschnitt Heizung.

C. Entstäubung.

Auch in geschlossenen Räumen ist der Staub eine lästige Erscheinung. Er wird teils mit der Straßenluft hineingeweht, teils an Schuhwerk und Kleidern in die Wohnräume getragen. Er kann Träger zahlreicher, möglicherweise pathogener Keime sein.

Namentlich in Räumen mit starkem Verkehr (Schulzimmer, Versammlungsräume) und in gewerblichen Betrieben kann Staub sich in großen Mengen ansammeln. Hier kommt er auch kaum zum Absitzen, sondern bleibt mehr oder weniger in der Schwebe, während er in anderen Räumlichkeiten sich auf die horizontal gelegenen Flächen absetzt und in diesem Zustande mehr ästhetische als hygienische Bedenken erregt.

Der Staub und Ruß der städtischen Atmosphäre kann seiner chemischen Beschaffenheit (Säuregehalt usw.) wegen auch empfindliches Material angreifen.

Vom hygienischen Standpunkt aus muß hauptsächlich eine Aufwirbelung der Staubteilchen verhütet werden, der Kampf richtet sich trotzdem auch gegen die Staubansammlungen überhaupt.

Man kann den Staub entweder entfernen oder fixieren.

Die Entfernung geschieht vielfach in recht unzweckmäßiger Weise. Das Ausklopfen der Möbel im Zimmer bei gleichzeitiger Lüftung z. B. ist eine Methode,

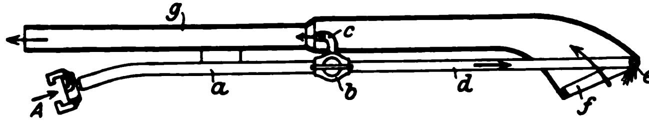


Abb. 80. Preßluft-Entstäuber, System A. Borsig.

Schnitt durch den Sauger (Mundstück). Der eine Teil der Preßluft tritt auf dem Wege A—a—b—d bei e in feinen Strahlen aus den Apparat, dem sog. Bläser, aus und dringt in die Gewebe ein, so daß auch der festsitzende Schmutz gelockert und aufgewirbelt wird. Der andere Teil der Preßluft tritt bei c aus und erzeugt mittels Düsenwirkung eine Luftleere, durch die der aufgewirbelte Staub auf dem Wege f—g abgesaugt wird. Durch einen kurzen Schlauch wird dieser dann in ein handliches transportables Filter gedrückt und in diesem niedergeschlagen, während die Luft gereinigt entweicht.

welche nur teilweise zur Entfernung, im übrigen nur zu einem Ortswechsel des Staubes führt. Das gleiche gilt von dem trockenen Auskehren und Ausbürsten.

Zweckmäßiger ist das feuchte Aufwischen, welches aber nur bei glatten Flächen angewendet werden kann. Für lockere Stoffe, die eigentlichen Staubfänger, kommt nur das Absaugen des Staubes in Frage. Im Laufe der Zeit sind eine ganze Reihe von Staubsaugeapparaten (Vakuumapparate) konstruiert worden, welche teils von Hand, teils motorisch betätigt werden. Da die Saugwirkung maschinell höher gesteigert werden kann als durch Muskelkraft, besitzen die letzteren eine größere Wirksamkeit. Der Betrieb von Hand ist außerdem meist sehr anstrengend. Dafür sind natürlich auch die Kosten der motorisch betriebenen Staubsaugung bedeutend höher. Die integrierenden Bestandteile jedes Staubsaugers sind: Luftpumpe, ein vor dieser geschalteter Staubabscheidungsbehälter und die Saugdüse. Bei einigen Apparaten wird nicht mit Saugluft, sondern mit Preßluft gearbeitet (Abb. 80). Dieses Verfahren empfiehlt sich besonders dort, wo es sich um die Beseitigung des Staubes aus Winkeln und Ecken handelt, in welche die Mundstücke der Sauger nicht völlig hineingebracht werden können, also speziell zur Entstaubung von Eisenbahnpersonenwagen (Abb. 81) u. a. Als Staubabscheidebehälter dienen Stoffbeutel (Filtersäcke) u. dgl. oder auch mit Wasser gefüllte Räume. An Stelle von Kolbenluftpumpen und rotierenden Pumpen werden bisweilen auch Wasserstrahlluftpumpen oder Injektoren benutzt (System Schauer). Bei



Abb. 81. Entstäubung eines Eisenbahnwagens, System A. Borsig.

Neubauten empfiehlt es sich, die Staubsaugeleitungen gleich einzubauen (Abb. 82). Der Apparat nebst Motor wird dann im Kellergeschoß aufgestellt. In anderen Fällen (Abb. 83) werden transportable Apparate verwendet, deren Motoren durch Anschluß an eine Steckdose der elektrischen Lichtleitung in Betrieb gesetzt werden. Von den zahlreichen Firmen, welche größere stationäre und transportable Staubsaugeapparate bauen, seien beispielsweise genannt: Borsig, Maschinenfabrik, Tegel b. Berlin, Hammelrath & Co., G. m. b. H., Köln, Siemens-Schuckertwerke, G. m. b. H., Berlin.

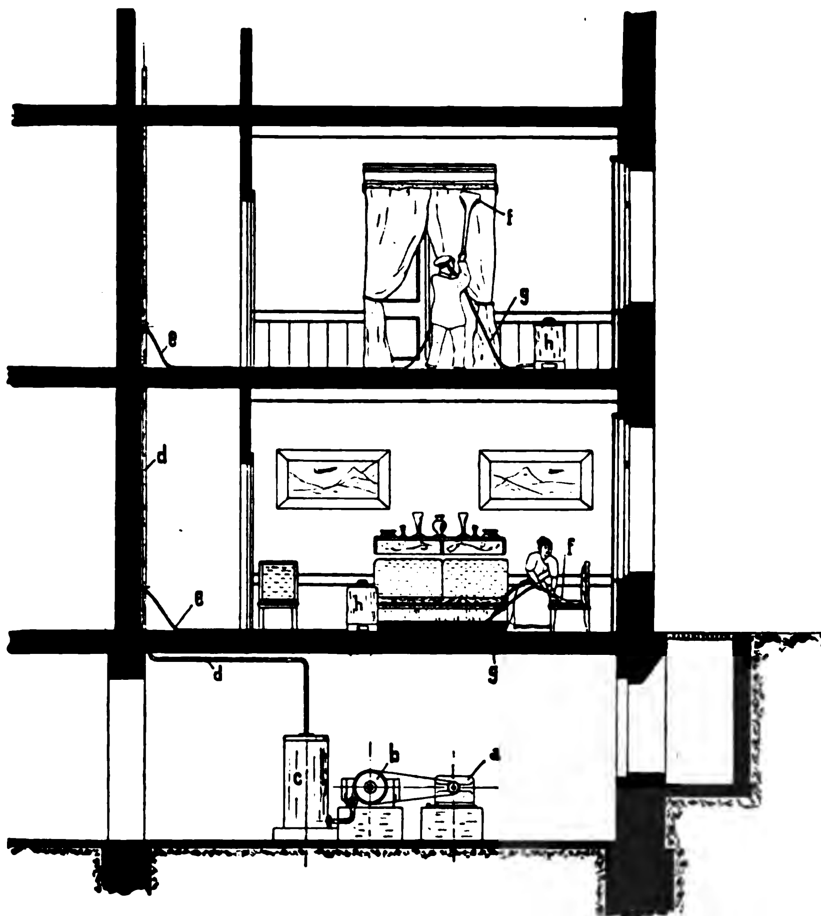


Abb. 82. Preßluft-Entstäubung, System A. Borsig.
a = Motor. b = Pumpe. c = Windkessel. d = Saugleitung. e und g = Verbindungen. f = Sauger. h = Staubsammler.

Der Mottengefahr wegen ist übrigens das Klopfen der Polstermöbel und Teppiche nicht ganz zu umgehen. Man wird also meist kombiniert verfahren müssen.

Die Fixierung des Staubes am Boden ist vor allem geboten in Schulen, Bureaus und gewissen gewerblichen Betrieben.

Es werden hierzu die sog. staubbindenden Öle benutzt, welche unter mannigfachen Phantasienamen und bisweilen zu unverhältnismäßig hohen Preisen in den Handel kommen. Dieselben bestehen gewöhnlich der Hauptsache nach aus Mineralölen und enthalten

daneben entbehrliche Farb-, Riech- und andere Stoffe, die bisweilen sogar bedenklich sind (Nitrobenzol, Bleichromat u. a.). Die sog. Wasserlöslichkeit einiger Öle ist tatsächlich nur eine durch gewisse Zusätze ermöglichte Emulgierbarkeit. Außer Ölen werden auch chlormagnesiumhaltige flüssige, ferner pulverförmige Mittel in den Handel gebracht. Nicht zu empfehlen sind trocknende Öle, im besonderen Leinöl; am besten werden zur Ölung die leichten dünnflüssigen Maschinen- oder Spindelöle (Petroleumdestillate) vom spez. Gewicht 0,89—0,90 benutzt.

Nach den angestellten Untersuchungen sinkt der Bakteriengehalt der Luft in geölten Räumen gegenüber Kontrollräumen ohne Ölung um etwa 30—90%.



Abb. 83. Fahrbare Entstäubungspumpe mit Elektromotor. (Siemens-Schuckertwerke.)

Nach dem Erlaß des preuß. Ministers für Medizinalangelegenheiten vom 5. März 1908 ist das Ölen in den Schulen so zeitig vorzunehmen, daß es bei Fußböden aus weichem Holze (Kiefer, Tanne, Föhre) mindestens 48 Stunden, bei Fußböden aus hartem Holz (Eiche, Buche) mindestens drei Tage vor Benutzung der Räume beendet ist. Vor dem Ölen müssen die Fußböden mit warmem Wasser und Seife oder Soda gründlich abgewaschen und völlig wieder getrocknet werden. Das Öl ist am besten mittels eines Wischers aus Filz dünn und gleichmäßig aufzustreichen. Auch besondere Apparate, welche ein Gefäß zur Aufnahme des Öles und Reguliervorrichtungen besitzen, kann man verwenden. Geölte Fußböden brauchen nicht feucht aufgewischt zu werden. Die tägliche Reinigung kann sich auf ein Abkehren mit Piassavabesen beschränken. Die Häufigkeit der Erneuerung des Ölanstrichs richtet sich nach der Intensität der Benutzung und der Beschaffenheit des Fußbodens. Bei Holzfußböden wird man sie längstens alle acht Wochen vornehmen müssen, bei Linoleumbelag, für welchen Ölanstrich sich nur bedingt eignet und bei welchem ein kleiner Zusatz trocknender Öle (Leinöl) zur Vermeidung zu starken Schlüpfrigwerdens angezeigt ist, etwa alle 14 Tage.

Fußböden aus Stein und Treppenstufen aus Stein oder Holz dürfen nicht geölt werden, da sie sonst leicht eine gefährliche Glätte annehmen. Um Schlüpfrigkeit der Fußböden zu verhüten, ist übrigens jeder Überschuß an Öl sorgfältig wieder zu entfernen.

V. Heizung.

1. Allgemeine Bemerkungen.

Die Quelle alles Lebens, die Sonne, sendet Ätherwellen verschiedener Länge aus, von denen wir einen begrenzten Teil als Licht empfinden, einen größeren als Wärme. Im Spektrum nehmen die Wärmestrahlen zunächst den sichtbaren Abschnitt ein und erstrecken sich dann weit nach dem ultraroten Teile hin. Das dunkle Wärmespektrum ist etwa dreimal so lang wie das sichtbare. Die größte Intensität der Wärmewirkung fällt beim prismatischen Spektrum in das Ultrarot hinein ($\lambda = 1{,}0\,\mu$).

Wärme teilt sich von einem Körper dem anderen mit, solange ein Temperaturgefälle besteht, d. h. solange der andere Körper kälter ist. Das Ende ist stets der Temperaturausgleich, wenn nicht für den Nachschub neuer Wärmemengen gesorgt wird.

Wärme geht von dem wärmeren auf den kälteren Körper über durch Strahlung und durch Leitung.

Die Wärmeübermittelung durch Strahlung erfolgt sehr rasch auf gradlinigem Wege. Der Weg muß offen sein. Er kann durch das Dazwischentreten von Wärmestrahlen aufnehmenden Gegenständen gesperrt werden, wie jede zwischen Sonne und Erde sich schiebende Wolke in einfachster Weise lehrt. Die auffallenden Strahlen werden zum Teil absorbiert, zum Teil reflektiert, zum Teil durchgelassen.

Matte, rauhe und dunkle Flächen absorbieren besonders stark die auf sie fallenden Strahlen, strahlen aber andererseits an eine kältere Umgebung intensiver aus als glatte und helle Flächen (Kirchhoffsches Gesetz). Die Stärke der Ausstrahlung wächst mit der Temperatur des strahlenden Körpers (vgl. auch Beleuchtung).

Eine Erwärmung der Luft durch Strahlung findet nur in geringem Maße statt. Die Wärmestrahlen gehen durch sie unter Brechungserscheinungen hindurch. Die Erwärmung der Luft erfolgt vielmehr hauptsächlich durch Leitung von erwärmten Körpern (z. B. dem erwärmten Erdboden) aus. Beschleunigt wird dieser Prozeß (ebenso wie bei Flüssigkeiten) sehr erheblich durch die Wärmeströmung oder Konvektion, welche zustande kommt durch die Ausdehnung der erwärmten Luftteilchen, die dann durch die schwereren kälteren verdrängt werden.

Die Erwärmung durch Leitung, welche nur zwischen sich unmittelbar berührenden Körpern stattfindet, geht verschieden rasch vor sich. Die Leitfähigkeit für die Wärme ist bekanntlich bei den einzelnen Stoffen sehr verschieden. Gute Wärmeleiter sind z. B. Metalle, besonders Silber und Kupfer, schlechte: Glas, Porzellan, Holz, Wasser, Schnee, Luft (solange Konvektionsströme nicht auftreten) und alle lufthaltigen (porösen) Körper.

Zur Erzeugung von Wärme dient die unmittelbare Verbrennung von Heizstoffen oder der in einem von elektrischen Strömen durchflossenem schlechtem Leiter vorhandene Widerstand.

Als Heizstoffe kommen praktisch in Betracht: Holz, Kohlen (sowie die aus ihnen hergestellten Produkte) und Brennöle.

Der Heizwert der Brennstoffe hängt mit ihrem Kohlenstoffgehalt zusammen. Die folgende Tabelle gibt diesen, sowie den Heizwert für

1 kg bzw. 1 cbm in großen Wärmeeinheiten[1]) in mittleren abgerundeten Zahlen.

Bezeichnung	Kohlenstoffgehalt in Gewichts-%	theor. Heizwert in gr. W.-E.
Holz (lufttrocken)	50	3300
Torf	60	3600
Braunkohle	65	bis 5000
Preßkohle	—	7000
Steinkohle (Gaskohle)	80	6500—7500
Gaskoks[2])	85	6700—7300
Anthrazit	90—95	8000
Leuchtgas (1 cbm)	—	5000
Wassergas (1 cbm)	—	2500
Generatorgas aus Kohle (1 cbm)	—	1000
Generatorgas aus Koks (1 cbm)	—	800
Petroleum	—	10000
Spiritus	—	6800

Aus 100 kg Kohle werden 30 cbm Leuchtgas und 5 kg Teer sowie 60—70 kg Koks gewonnen.

Man bestimmt den theoretischen bzw. totalen Heizwert[3]) der festen und flüssigen Brennstoffe durch Verbrennung in der Berthelot-Mahlerschen Bombe, den Heizwert des Gases mittels des Junkerschen Kalorimeters.

Durch die Heizung soll die Temperatur eines geschlossenen Raumes über die Außentemperatur hinaus erhöht werden. Ist die gewünschte Temperatur erreicht, so muß durch die Heizung die Temperatur auf der gewünschten Höhe, also der Abgabe von Wärme nach außen das Gleichgewicht gehalten werden (Beharrungszustand). Die vom gesundheitlichen Standpunkt zu fordernde Innentemperatur eines geschlossenen Raumes während der kühleren Jahreszeit beträgt, wie oben erwähnt, für den nicht körperlich arbeitenden, in üblicher Weise bekleideten Menschen 17—20° C. Um diese Grenze herum haben schon Änderungen von 1—2° einen merklichen Einfluß auf das Befinden.

Die dabei erwünschte relative Feuchtigkeit der Luft ist 40—60%. Mit steigender Raumtemperatur nimmt die relative Feuchtigkeit von selbst ab. Feuchte, hochtemperierte Luft z. B. in Kochküchen, Waschküchen usw. führt leicht zu Übelbefinden durch Wärmestauung; Klagen über zu trockene Luft in den Räumen beruhen häufig auf Selbsttäuschung.

Der Wärmeverlust eines Raumes und damit der Bedarf an künstlicher Wärmezuführung läßt sich annähernd berechnen. Es ist dies Sache des Heizungsingenieurs.

Die Menge an Wärme, welche im Beharrungszustand (s. o.) durch die Wände des beheizten Raumes nach außen verloren geht, nennt

[1]) 1 gr. W.E. entspricht 427 Sekundenmeterkilogramm.

[2]) Außer Gaskoks gibt es auch den härteren sog. „Hüttenkoks".

[3]) Durch die Verdampfung des Wassers in den Heizmaterialien tritt ein Verlust an Heizwert ein. Um 1 kg Wasser von 0° in Dampf von 100° zu verwandeln, werden 539 große Kalorien verbraucht, umgekehrt werden beim Kondensieren von gleichen Dampfmengen zu Wasser 539 große Kalorien verfügbar (Kondensationswärme).

man die Wärmetransmission. Sie ist abhängig von der Temperaturdifferenz zwischen innen und außen, von der Beschaffenheit und Dicke der Wände u. a. m. Das verhältnismäßig größte Wärmeleitungsvermögen unter den gebräuchlichen Baumaterialien hat Kalkstein, das geringste Holz, dessen Wärmeleitungsvermögen aber immer noch größer ist als das der stagnierenden Luft.

Die Wärmeerzeugung kann durch in den verschiedenen Räumen aufgestellte einzelne Heizkörper geschehen (lokale Heizung) oder nur an einer Stelle. Im letzteren Fall wird die erzeugte Wärme in Form von erwärmter Luft oder erwärmten Wassers oder von Dampf den einzelnen Räumen von der Wärmeerzeugungsstelle aus durch Kanäle oder Röhren zugeführt (Zentralheizung).

2. Lokale Heizung (Einzelheizung).

Dieselbe kann erzielt werden durch Kamine, mit festem Heizmaterial zu beschickende Kachelöfen oder eiserne Öfen, durch Gasöfen, Petroleumöfen, Spiritusöfen und durch elektrisch betriebene Heizkörper.

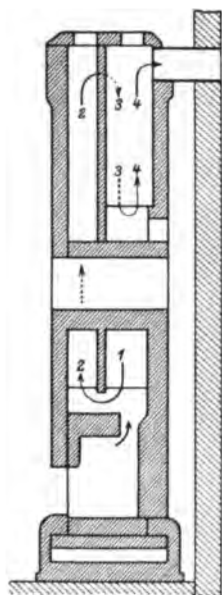


Abb. 84a. Kachelofen (Berliner System).

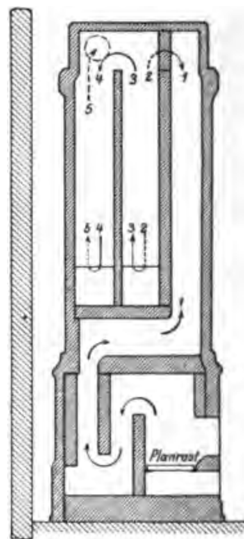


Abb. 84 b. Kachelofen (System Sachsen).

Kamine sind in Deutschland wenig gebräuchlich und dienen eigentlich mehr als Luxusheizung neben anderen Beheizungsarten. In den Kaminen brennen die Heizstoffe (meist Holz) mit offener Flamme, gewöhnlich ohne Rost. Die Wärmeausnützung ist sehr gering. Das Kaminfeuer heizt fast nur durch strahlende Wärme.

Der Kachelofen besteht in seinen äußeren Teilen aus dicht aneinander gefügten Kacheln von glasiertem Ton, also einem schlechten Wärmeleiter. Die Innenwandung und die Grundlage des Ofens sind aus Ziegelsteinen und Lehm hergestellt. In und an dem unteren, oft etwas verbreiterten, meist mit Schamotte aus gekleideten Feuerraum des Ofens befindet sich (häufig) ein eiserner Rost, oberhalb des Rostes die Feuertür, unterhalb Aschenkasten und Aschentür. Werden Briketts verfeuert, so ist ein Rost nicht notwendig (Berliner Ofen, Abb. 84a). Andere Kachelöfen, z. B. das System Sachsen (Abb. 84b) besitzen

einen Planrost und können daher auch mit Braun- und Steinkohlen geheizt werden. Der obere Teil des Ofens enthält die sog. Züge, d. h. durch Ziegel abgeteilte wagrechte oder senkrechte Kanäle zur zwangsläufigen Führung der Heizgase zwecks möglichster Wärmeausnutzung. Je dicker die Ofenwandungen sind (wie bei den sog. schwedischen und russischen Kachelöfen), desto langsamer heizt er sich an, desto geringer ist in der Zeiteinheit die von ihm abgegebene Wärme, desto größer aber sein Vermögen, die Wärme zu speichern, d. h. warm zu bleiben. Die sog. Berliner Öfen haben nur dünne Kacheln. Der Hauptnachteil des Kachelofens ist seine mangelhafte Regulierbarkeit und seine Größe, seine Vorteile die verhältnismäßige Staubfreiheit und der Umstand, daß seine Oberflächentemperatur gewöhnlich niedrig liegt und daher die Wärmestrahlung, besonders bei den Öfen mit weißen, glasierten Kacheln, sehr milde ist. Während des Brennprozesses, d. h. vor Schluß der Feuer- und Aschentür, wirkt der Ofen auch ventilierend, doch sollte diese Ventilationswirkung nicht überschätzt werden.

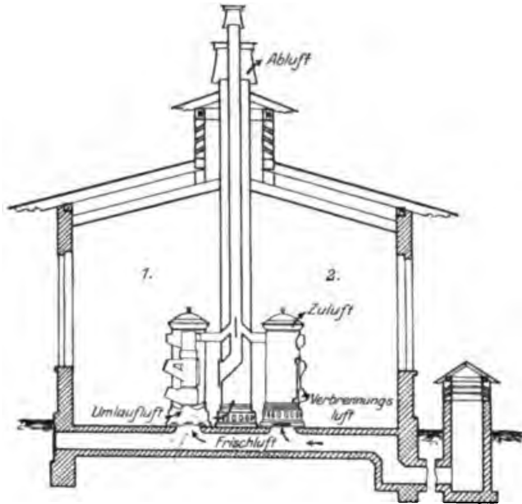


Abb. 85. Lüftungsheizung einer Baracke mit eisernen Öfen (nach Gramberg).
1. Heizung mit Ventilation. 2. Heizung mit Zirkulation.

Die Kachelöfen pflegen intermittierend betrieben zu werden. Werden sie am Morgen nicht sehr früh angeheizt, so wird die gewünschte Zimmertemperatur gewöhnlich erst in den ersten Vormittagstunden erreicht. Neuerdings wird ein verbesserter und vereinfachter „Einheitsofen" empfohlen.

Kachelöfen eignen sich daher nicht für Schulen, falls sie nicht schon am Abend vorher angeheizt werden.

Eiserne Öfen. Eisen leitet die Wärme etwa 40mal so gut als hartgebrannter Ton, d. h. es erhitzt sich schnell und gibt die Wärme schnell ab. Die Strahlung ist, namentlich bei nicht polierten, schwarzen Eisenflächen, sehr stark.

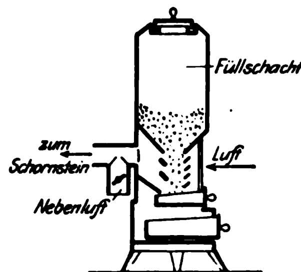


Abb. 86. Cadé-Ofen. (Nach Gramberg.)

Man hat Öfen für intermittierenden und kontinuierlichen Betrieb. Die eisernen Öfen sind mit Rosten versehen.

Öfen für intermittierenden Betrieb sind die alten, hygienisch ganz unzulänglichen Kanonenöfen, ferner die Füll-, Regulier- und Schachtöfen verschiedener Systeme (Irischer, Amerikanischer, Pfälzer, Meidinger Ofen usw.). Um die starke Abstrahlung der — wenn nicht mit dickem Schamottefutter versehen — oft bis zur Rotglut sich erhitzenden Ofenwandungen zu mindern, hat man die Öfen mit einem Eisenblechmantel umgeben. In dem Raum zwischen Ofenwand und Mantel zirkuliert Luft, welche entweder, wie Abb. 85, 1. zeigt, als Frischluft von außen eingeführt wird (Heizung mit Ventilation) oder (Abb. 85, 2.) aus der abgekühlten, niedergesunkenen Raumluft besteht (Heizung mit Zirkulation). Durch entsprechende Klappenstellung kann man nach Belieben auf die eine oder die andere Weise heizen. Die Regelung des Verbrennungsprozesses in den Schachtöfen erfolgt durch Änderung der zum Rost tretenden Luftmenge. Die Zugregler im Abzugskanal sind hygienisch nicht unbedenklich, selbst wenn ihre Einrichtung

einen völligen Verschluß des Abzugsrohres unmöglich macht, da auch bei der Drosselung der Heizabgase aus dem Ofen leicht giftiger Kohlendunst in das Zimmer tritt.

Heutzutage werden Öfen für kontinuierlichen Betrieb (Dauerbrandöfen) bevorzugt, da sie meist besser regulierbar sind. Bei ihnen pflegt der Abzug der Heizgase nicht oben, sondern fast in gleicher Höhe mit dem Luftzutritt stattzufinden. Hierdurch wird erreicht, daß zur Zeit eine geringere Kohlenmenge in Brand ist. Als Beispiel diene der Cadéofen (Abb. 86). Bei diesem tritt die Luft durch ein Gitter und einen senkrecht stehenden Rost zum Heizmaterial. Auf der rückwärtigen Seite ziehen die Heizgase wieder ab. Über dem in einem Korbrost gelagerten brennenden Material befindet sich in einem Füllschacht das Reserveheizmaterial, welches allmählich nachrutscht. Der Schacht ist nach oben durch einen Deckel abgeschlossen, dessen Ränder zwecks Abdichtung in eine kranzförmig angeordnete Sandfüllung hineingedrückt werden. Die Regulierung erfolgt hauptsächlich durch Wechsel in der Zuführung von Nebenluft direkt in den Abzugskanal. Je mehr Nebenluft gegeben wird, desto schwächer wird der Zug im Ofen selbst. Die Schlacke und Asche wird von Zeit zu Zeit von Hand nach Einschieben einer Stichschaufel in den Aschenkasten entleert. Zur Heizung der Dauerbrandöfen wird mit Vorliebe nichtbackende Magerkohle oder Anthrazit verwendet, bisweilen auch Koks. Die Verbrennung ist eine sehr vollständige.

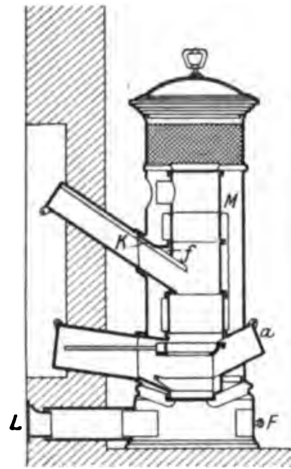


Abb. 87. Pfälzer Ofen mit Beschickung von außen und Lüftungseinrichtung. (Nach Körting.)

a = Beobachtungstür.
f = Rauchabzug f. d. Schacht.
F = Aschenfang.
K = Füllschacht.
L = Luftzuführung.
M = Mantel.
(Das Abzugsrohr ist nicht gezeichnet.)

Während die einfachen Füll- und Schachtöfen eine ziemlich häufige Bedienung durch Nachschütten von Feuerung bedürfen, ist das Reservematerial bei den Dauerbrandöfen meist so groß, daß gewöhnlich innerhalb 24 Stunden nur eine zweimalige Auffüllung not tut. Derartige Öfen kann man während der kalten Jahreszeit ununterbrochen im Betrieb halten.

Um den Kohlenstaub beim Einbringen des Brennmaterials in die Öfen von den Zimmern fernzuhalten, kann man bei Füllöfen den seitlichen Füllschacht durch die Wand auf den Korridor durchführen, und die Beschickung mit Heizmaterial von außen erfolgen lassen (Abb. 87).

Dauerbrandöfen verursachen eine mäßige, dauernde Ventilation des Raumes durch Aspiration. Recht zweckmäßig ist unter Umständen die Kombination von Dauerbrand- oder Füllofen mit dem Kachelofen, indem man erstere in den letztgenannten einbaut.

Zur vollständigen Verbrennung ist immer ein Luftüberschuß notwendig. Bei festen Brennstoffen nimmt man als günstigste Luftmenge das 1,3fache der theoretisch gebrauchten an [1]). Zu große Luftmengen führen zu unnötigen Wärmeverlusten durch den Schornstein. Der Kohlensäuregehalt der abziehenden Verbrennungsgase ist ein guter Maßstab für die Ausnutzung des Heizmaterials. In runden Ziffern ausgedrückt gehen in % der theoretisch erreichbaren Wärmeproduktion ungenützt durch den Schornstein verloren bei einem Kohlensäuregehalt der Abgase von 15% 12% Wärme, bei einem Kohlensäuregehalt von 6% 30% Wärme und bei einem Kohlensäuregehalt von 2% 90% Wärme.

[1]) 1 kg Kohle mit einem Kohlenstoffgehalt von 75% würde z. B. rund 6,7 cbm Luft von 0° bei 760 mm Druck zur Verbrennung verbrauchen.

Gasöfen.

Das Leuchtgas, welches als Heizmaterial für die Gasöfen fast ausschließlich dient, enthält durchschnittlich etwa 50 Vol.-% Wasserstoff, 30 Vol.-% Methan, 8 Vol.-% Kohlenoxyd und 4 Vol.-% schwere Kohlenwasserstoffe (Äthylen, Benzol u. a.). Bei guter Reinigung darf das Gas Ammoniak, Schwefelwasserstoff und Cyanverbindungen nicht oder nur in Spuren enthalten. Mit Luft in einer Menge von 8—19% gemischt bildet Leuchtgas eine explosible Mischung. (Vgl. Beleuchtung.)

Zum Vergleich sei angeführt, daß das sog. Wassergas, welches durch Überleiten von Wasserdampf über glühende Kohlen entsteht, ($C + H_2O = CO + 2\ H$) rund 50% Wasserstoff und 40% Kohlenoxyd, das Generatorgas (Luftgas, Brenngas), gebildet durch unvollständige Verbrennung von Koks oder Kohlen in hohen Schichten rund 1—6% Wasserstoff und 25% Kohlenoxyd enthält. Beide Gasarten werden indessen in Deutschland vorwiegend für industrielle Zwecke oder behelfsweise verwendet.

Die Produkte der vollständigen Verbrennung des Leuchtgases sind vornehmlich Kohlensäure und Wasserdampf. 1 cbm Gas liefert rund 0,6 cbm Kohlensäure und 1,3 kg Wasser. Außerdem können, je nach dem Schwefelgehalt des gereinigten Gases, noch gewisse Mengen von schwefliger Säure sich bilden, die sich zum Teil zu Schwefelsäure weiter oxydiert. Besonders Gas aus englischen Kohlen pflegt reich an Schwefelverbindungen zu sein. Nimmt man für 1 cbm gereinigtes Gas einen Gehalt von 0,38 g Schwefel = 0,76 g schwefliger Säure an, so entspricht diesem Gewicht etwa ¼ Liter gasförmiger schwefliger Säure. Ferner bilden sich auch geringe Mengen von salpetriger Säure. Erismann, H. Wolpert u. a. konnten außerdem feststellen, daß beim Verbrennen von Leuchtgas kleine Mengen unvollkommen oxydierter gasförmiger Kohlenstoffverbindungen entstehen.

Ist die Verbrennung des Gases aus irgend einem Grunde beschränkt, so kann Kohlenoxyd in die Abgase übertreten. Der unvollkommene Verbrennungsprozeß zeigt sich gewöhnlich schon dadurch an, daß die Flammen riechen.

Aus den Kohlenwasserstoffen des Leuchtgases scheidet sich der Kohlenstoff in feinster Verteilung aus und wird zur Weißglut erhitzt (Rußabscheidung bei Abkühlung der Flamme). Das Leuchtgas brennt daher, wie sein Name sagt, angezündet mit leuchtender Flamme. Durch Luftzumischung wird die Flamme entleuchtet, der Kohlenstoff verbrennt mit, die Temperatur der Flamme wird erhöht (Bunsen-Gasbrenner, vgl. Abb. 129). Man kann dem Gas so viel Luft zumischen, daß die Mischung nicht weit von der oberen Explosionsgrenze (etwa 20% Gas und 80% Luft) entfernt ist, d. h. etwa bis zu ¾ Luft. Bei weiterer Steigerung tritt ein Zurückschlagen der Flammen ein. Mit steigender Luftzufuhr nimmt die Intensität der Verbrennung zu.

In den Gasöfen kann die Heizkraft des Gases bis zu 85% ausgenutzt werden. Lästig ist die große Menge des bei der Verbrennung des Leuchtgases sich bildenden Wassers, zumal dasselbe infolge seines Gehaltes an schwefliger Säure korrodierende Eigenschaften hat. Die Abführung dieser Heizgase in metallenen Röhren ist daher nicht ratsam. Zweckmäßig sind vielmehr glasierte Tonrohre mit einem Auffanggefäß für das abrinnende Wasser. Gasheizung wird, weil sie teuer ist, gewöhnlich nur zur Aushilfe für vorübergehenden Betrieb benutzt. In neuester Zeit sind auch die sog. Glühkörper-Gaskamine in Aufnahme

gekommen. Bei ihnen werden durch Bunsenbrenner feuerfeste Körper zum Glühen erhitzt, welche die erzeugte Wärme durch Strahlung abgeben.

Eine größere Rolle als für die Zimmerheizung spielt das Gas in der Industrie (Klempnereien, Instrumentenfabriken, Lackierereien, Konfektion, Wäschereien, Plättereien usw.).

Der Bequemlichkeit halber wird das Gas zu Kochzwecken viel verwendet. In kleinen Haushaltungen stellt sich das Kochen mit Gas gewöhnlich nicht viel teurer als das Kochen auf Kohlenfeuer, sofern nicht zugleich eine Beheizung des Raumes stattfinden soll. Eine große Ausdehnung hat das System der Münzgasmesser (Gasautomaten) gefunden, welche von den Gaswerken installiert werden und das Gas portionsweise für kleine Geldbeträge hergeben.

Die Gefahren der Gasöfen bestehen in der Bildung explosibler Luft-Gasgemische, in unvollständiger Verbrennung des Gases beim Zurückschlagen der Flammen und im Übertreten dieser unvollkommenen Verbrennungsprodukte oder des unverbrannten Gases selbst in den Raum.

Zahlreiche Vergiftungen durch Kohlenoxyd sind bei Benutzung von Gasbadeöfen beobachtet worden, denn hier pflegen in kurzer Zeit und in einem meist kleinen Raum große Mengen von Gas zur Verbrennung zu kommen.

Folgende Bedingungen müssen daher im hygienischen Interesse erfüllt sein: Gasheizöfen sind an eine gut wirkende Einrichtung zur Abführung der Abgase anzuschließen. Die Gasöfen sind derart zu konstruieren bzw. zu installieren, daß weder eine unvollständige Verbrennung des Gases noch gar ein Verlöschen der Flammen eintreten kann.

Die Heizung mit Petroleum in besonderen Öfen pflegt nur einen Notbehelf darzustellen oder dort verwendet zu werden, wo ausnahmsweise und vorübergehend die Beheizung eines Raumes stattfinden soll. Freie Beweglichkeit des Petroleumofens ist daher Bedingung. Die Heizgase werden also nicht abgeführt, sondern mischen sich der Luft des zu beheizenden Raumes bei. Dieser Umstand macht die Petroleumheizung für längeren Betrieb ungeeignet.

Es werden von Petroleumöfen zwei Typen hergestellt, solche mit Zugzylinder, die also nur eine vergrößerte Petroleumlampe darstellen, und solche, bei welchen der notwendige Zug durch die Konstruktion der eisernen Teile des Ofens selbst bedingt wird, Petroleumöfen mit offener Flamme. Sorgfältigste Reinhaltung und gute Regulierung des Brenners sind unerläßlich, sollen nicht Geruchsbelästigungen auftreten. Die Heizkraft des Brennstoffes wird im übrigen gut ausgenützt.

Die elektrische Heizung spielt in Deutschland bisher nur eine untergeordnete Rolle wegen der zu hohen Kosten. Sie ist im größeren Maßstab nur vereinzelt, z. B. als Kirchenheizung, eingerichtet worden. Nur dort, wo die elektrische Energie sehr billig ist, d. h. beim Vorhandensein von natürlichen Wasserkräften, ist sie konkurrenzfähig. Als Luxusheizung wird sie gelegentlich verwandt. Die Widerstände, welche beim Durchgang des elektrischen Stromes sich erhitzen und die Heizkörper bilden, bestehen gewöhnlich aus schwach leuchtenden Kohlenfadenglühlampen oder aus mit metallisch bedeckten Glimmerstreifen (Gesellschaft „Prometheus“ in Frankfurt a. M.).

Ein Vergleich der früher bei Anwendung verschiedener Heizmaterialien entstandenen Kosten ergibt folgendes:

Art der Beheizung	Es kostete	Pfennige	Dafür wurden theoretisch geliefert W.-E. im Mittel	Die Ausnutzung beträgt rund %	Mithin kommen zur Wirkung W.-E.	1000 W.-E. kosteten also Pfennige etwa
Kohlenheizung	1 kg Steinkohle	2,5	7000	10[1])—70 je nach Ofen	700—5000	0,5—3,6
Gasheizung	1 Kubikmeter Gas	13,0	5000	85	4250	3,0
Petroleumheizung	1 Liter Petroleum	18,0—25,0	9000	100	9000	2,4
Elektr. Heizung	die Kilowattstunde	40,0	860	100	860	47,0

3. **Zentralheizung** (Sammelheizung).

Von den verschiedenen Systemen der Sammelheizung sind für Wohnräume zur Zeit nur noch die Warmwasser- und die Niederdruckdampfheizung von Bedeutung.

Feuerluftheizungen, Heißwasserheizungen und Hochdruckdampfheizungen werden in Deutschland für Wohnhäuser fast gar nicht mehr ausgeführt, sie brauchen daher nur kurz gestreift zu werden.

Bei der Warmwasserheizung ist der Wärmeträger das Wasser, die treibende Kraft meist nur das verschiedene spezifische Gewicht ungleich temperierter Wassermassen. Während 1 Liter Wasser von 10° 999,7 g wiegt, wiegt 1 Liter Wasser von 30° nur noch 995,7 und ein solches von 60° nur noch 983,4 g. Das spezifisch leichtere Wasser dringt in einer Steigleitung nach oben und bringt damit das ganze System in Umlauf. Im allgemeinen beginnt erst bei einer Temperatur von 35° die Bewegung.

Bei den eine Zeitlang besonders empfohlenen sog. „Schnellumlaufheizungen" wird das Wasser künstlich durch Pumpen (Druckwasserheizung), Zumischung von Dampf usw. in schnellere Zirkulation versetzt. Man kommt dann mit engeren Rohrleitungen aus und die Ausdehnungsmöglichkeit der Beheizung in horizontaler Richtung ist größer. Es gibt viele Systeme von Schnellumlaufheizungen (Reck, Brückner, Körting u. a.). Vielfach sind sie aber in der Anlage ziemlich kompliziert.

Die wesentlichen Teile der Warmwasserheizung sind: Der Kessel, in welchem das Wasser erhitzt wird und welcher am tiefsten Punkte des Systems steht, die Steigleitung, in welcher das erwärmte Wasser sich aufwärts bewegt und die an ihrem höchsten Punkte in ein offenes Ausdehnungsgefäß mündet, durch welches der Volumenveränderung des Wassers bei der Erwärmung Rechnung getragen wird (1 Liter Wasser, das bei 4° ein Volumen von 1000 ccm einnahm, hat bei 30° schon 1004, bei 60° schon 1017 ccm Raum notwendig), die Rücklaufleitungen, welche das nach oben gestiegene warme Wasser den einzelnen Heizkörpern zuführen und es nach Abgabe von Wärme dem unteren Teil des Kessels wieder zuleiten.

[1]) Eine so geringe Ausnutzung findet allerdings nur bei ganz schlecht konstruierten und unsachgemäß behandelten Zimmeröfen statt.

Die Rohrführung kann in verschiedener Weise vorgenommen werden. In Abb. 88 ist eine der üblichsten Ausführungsformen wiedergegeben, die ohne weiteres verständlich ist.

Wasser enthält Gase gelöst, welche beim Erwärmen ausgetrieben werden. Setzen sich solche Luftblasen in den Leitungen fest, so stören sie den Umlauf. Ein Heizkörper, in dessen Zuführungsrohr eine solche Luftansammlung stattgefunden hat, bleibt trotz geöffneten Hahnes kalt. Die horizontalen Wasserstränge müssen daher immer eine gewisse Steigung haben, damit die Luftblasen in das Steigrohr und damit in das Ausdehnungsgefäß entweichen können. An den Heizkörpern selbst werden zweckmäßig außerdem Entlüftungshähne angebracht.

Je höher die Steigleitungen sind, desto lebhafter ist die Zirkulation. Fortleitung des warmen Wassers in horizontaler Richtung auf weitere Strecken erschwert die Zirkulation und muß daher tunlichst beschränkt werden. Frisches Wasser braucht dem System in nur geringem Maße zugeführt zu werden zur Deckung der Verluste durch Verdunstung und Versickerung an etwa undichten Stellen.

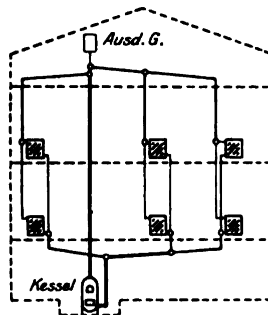


Abb. 88. Warmwasserheizung. (Nach Gramberg.)

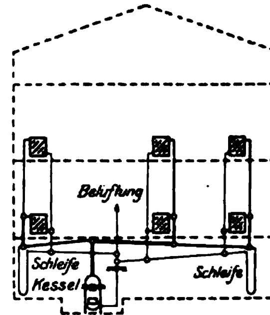


Abb. 89. Niederdruckdampfheizung. (Nach Gramberg.)

Bei der Dampfheizung ist der Dampf der Träger der Wärme. Bei der Kondensation von Dampf von 100° zu Wasser von 100° werden, wie schon erwähnt, pro Kilogramm Wasser 539 große Wärmeeinheiten verfügbar. Wenn auch nur ein Teil des Dampfes zu Wasser kondensiert, so muß doch für die Rückleitung dieses Kondenswassers aus den Heizkörpern und Leitungen zum Kessel Sorge getragen werden. Die gewöhnliche Rohrführung bei der Niederdruckdampfheizung[1]) erhellt aus Abb. 89. Auch andere Anordnungen (z. B. mit oberer Verteilung usw.) kommen vor.

Der in einem Kessel im Keller erzeugte Dampf ist leichter als Luft, steigt also nach oben. Er wird an der Kellerdecke oder (bei oberer Verteilung) auch erst im Dachgeschoß verteilt und gelangt dann in einzelnen Leitungen zu den Heizkörpern, in deren oberen Teil er einmündet. Die spezifisch schwerere Luft wird aus den Heizkörpern nach unten herausgedrängt. Die Luft und das sich bildende Kondenswasser werden durch meist dünnere Leitungen abgeführt. Die Luft entweicht nach oben durch ein Belüftungsrohr, das Kondenswasser fließt dem Kessel wieder zu. Der Kessel hat ein offenes Standrohr bis zu 5 m Höhe, der Dampfdruck in den Kesseln darf 0,4 Atm. nicht übersteigen. Eine gewisse Menge Luft bleibt oft in den Heizkörpern zurück. Dieselben enthalten dann in den oberen Teilen Dampf — hier sind sie dann wärmer —, in den unteren Teilen Luft — hier sind

[1]) Bei Niederdruckdampfheizungen wird ein Dampfüberdruck von höchstens $^1/_2$ Atmosphäre zugelassen.

sie dann kühler. Führt man den Dampf durch Düsen unten in den Heizkörper ein, so daß er sich mit der Luft mischt (Körtings Luftumwälzungsverfahren), so erhält man eine gleichmäßigere und niedrigere Temperatur der Heizkörper. Das gleiche wird durch Erzeugung eines Vakuums erzielt (Vakuumdampfheizung). Nach Abstellung der Heizkörper oder Drosselung der Ventile tritt wieder Luft ein (Belüftung).

Störungen in der Dampfheizung sind häufiger als in der Warmwasserheizung. Sie kommen am häufigsten dadurch zustande, daß Dampf in die Kondenswasserleitungen tritt („Durchschlagen" der Heizkörper), was sich durch störende Geräusche bemerkbar macht. Diese Mißstände lassen sich verhüten durch Anbringen von Regulierventilen, Kondenswasserstauern, Niederschlagswasserableitern usw., auf deren Beschreibung hier nicht eingegangen werden kann. Da man mit dem Dampf größere Wärmemengen transportieren kann, können Heizkörper und Leitungen bei der Dampfheizung kleiner sein als bei der Warmwasserheizung. Die Anlage ist also billiger. Sie ist außerdem dem Einfrieren im Winter nicht ausgesetzt und leichter regulierbar.

Die Heizung des Kessels wird zweckmäßig dem Wärmeverbrauch angepaßt. Statt einer Regelung, welche seitens des Heizers durch verminderte oder vermehrte Zuführung von Heizmaterial erfolgt, werden besser selbsttätige Verbrennungsregler angewandt, welche die dem Feuer zugeführte Luftmenge beim Ansteigen der Wassertemperatur oder des Dampfdruckes vermindern (generelle Regelung). Bei Kesseln für Niederdruckdampfheizung sind solche Regler neben dem **höchstens** 5 m hohen Standrohr, welches das Sicherheitsventil gegen zu hohen Dampfdruck bildet, notwendig. In Abb. 90 ist ein solcher Zugregler für Niederdruckdampfheizung abgebildet. Auch an den Heizkörpern hat man neuerdings mit Erfolg automatische Temperaturregler angebracht (örtliche Regelung s. u.).

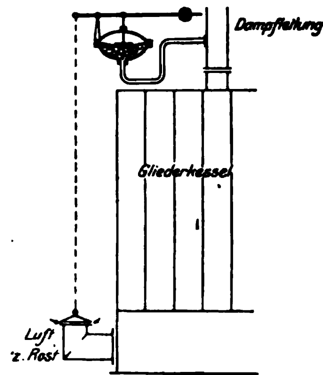


Abb. 90. Zugregler. (Nach Gramberg.)

Die Heizkörper für Warmwasser- und Dampfheizung sind nicht wesentlich verschieden. Zur Zeit werden fast nur **Radiatoren** oder auch Rohrregister verwendet. Sie sind aus Gußeisen gefertigt. Keramische Heizkörper (um das Material des Kachelofens nachzuahmen) werden zwar hergestellt, haben sich aber noch nicht eingeführt. Die sog. **Rippenheizkörper** sollte man, da sie Staubsammler und schlecht zu reinigen sind, ganz verlassen.

Die Radiatoren sind, wie Abb. 91 zeigt, senkrecht stehende Heizkörperelemente, aus welchen man Heizkörper von beliebiger Größe zusammenbauen kann. Sie haben nur wenig Flächen an denen sich Staub absetzen könnte, sind also leicht sauber zu halten. Sie sind im Handel in verschiedenen Größen erhältlich und sowohl als Heizkörper für Warmwasser- als auch für Dampfheizung verwendbar.

Die Heizkörper werden zumeist in den Fensternischen untergebracht. Sie finden dort am bequemsten Platz und die von ihnen aufsteigenden warmen Luftströme wirken den kalten Luftströmen, die an den Fenstern sich in absteigender Richtung bewegen, gut entgegen. Vielfach werden die Heizkörper verkleidet. Diese Verkleidungen sind nicht nur unwirtschaftlich, weil durch sie die Abgabe der Wärme durch Strahlung, welche 40—60% der Gesamtwärmeabgabe ausmacht, behindert wird, sondern auch unhygienisch, weil sie die Reinhaltung

der Heizkörper erschweren. Zum mindesten muß durch Anbringung von breiten Schlitzen oben und unten für eine lebhafte zwangsläufige Führung der Luft gesorgt werden. Gitter wirken besonders hemmend. Man kann mit den Radiatoren auch eine Frischluftzuführung verbinden.

Die örtliche Regulierung der Heizkörper wird gewöhnlich von Hand mit Hilfe von Ventilen und Hähnen verschiedener Konstruktion (Abb. 92) ausgeführt, in neuerer Zeit kommt auch die automatische Regulierung in Aufnahme. Die von der Gesellschaft für selbsttätige Temperaturregelung G. m. b. H.-Berlin, der Firma G. A. Schultze-Berlin-Neukölln u. a. konstruierten Wärmeregler bestehen aus einem Thermostaten, welcher auf eine beliebige Temperatur eingestellt werden kann und der Vorrichtung zur Übertragung einer Kraft (Druckluft, Flüssigkeitsdruck, elektrischer Strom) auf die Heizkörperventile, welche die Ventile bei Über- oder Unterschreitung der eingestellten Temperatur schließt oder öffnet. Die Apparate sind sowohl für Wasser- als auch für Dampfheizung anwendbar. Zur automatischen Regulierung von Gasöfen dienen selbsttätige Verbrennungsregler (Firma Danneberg u. Quandt-Berlin u. a.).

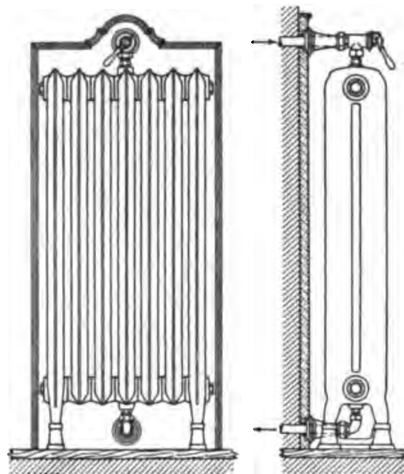


Abb. 91. Radiatoren. (Nach Rietschel.)

Bei unseren klimatischen Verhältnissen und bei den nach Lage und Witterungsverhältnissen so wechselnden Wärmebedürfnissen der Räume und Bewohner eines und desselben Hauses ist eine zentrale generelle Temperaturregelung nur innerhalb gewisser Grenzen angebracht. Je nach der herrschenden Außentemperatur wird sich zwar die Stärke der Beheizung der Kessel ändern. Die eigentliche Regulierung muß aber zumeist eine örtliche bleiben.

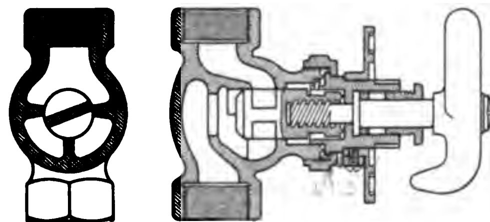


Abb. 92. Regulierventil „Exakt". (Nach Rietschel.)

Neben den beiden soeben besprochenen Zentralheizungssystemen kommt anderen nur eine untergeordnete Bedeutung zu. Bei der Luftheizung wird die aus dem Freien entnommene Luft in einer Heizkammer mittels eines direkt gefeuerten Ofens (Kalorifer, „Feuer"-luftheizung) oder eines großen Warmwasserheizkörpers, („Wasser"luftheizung) oder eines mit Dampf beheizten Körpers, („Dampf"luftheizung) auf 40—50° vorgewärmt und durch weite, in den Mauern ausgesparte Kanäle den zu beheizenden Räumen zugeführt. Die Luftheizung ist stets zugleich Ventilationsanlage und hierdurch besitzt sie für manche Verhältnisse einen gewissen Vorzug vor den übrigen Heizungssystemen. Der grundsätzliche Fehler der Luftheizungen liegt andererseits darin, daß Ventilation und Heizung bei diesem System unlösbar miteinander

verquickt sind und nur in seltenen Fällen eine Übereinstimmung zwischen Luft- und Wärmebedarf besteht, d. h. für einzelne Wohnräume mit wenig Insassen ist die durch die Heizung bedingte Ventilation zu groß, der Betrieb wird unwirtschaftlich durch die überflüssigen Wärmeverluste (falls man nicht mit dem vom hygienischen Standpunkt aus nur bedingt zulässigen Luftumlauf heizt) und umgekehrt ist in Räumen, welche viele Menschen aufgenommen haben, die schon selbst als Heizkörper wirken, die Ventilation nicht zu groß, aber die Heizung zu stark. Trotzdem wendet man die Luftheizung in Deutschland noch zur Beheizung großer Einzelräume an, in welchen sich viele Menschen zusammenfinden, selten mehr aber zur Beheizung von Häusern mit zahlreichen Einzelräumen.

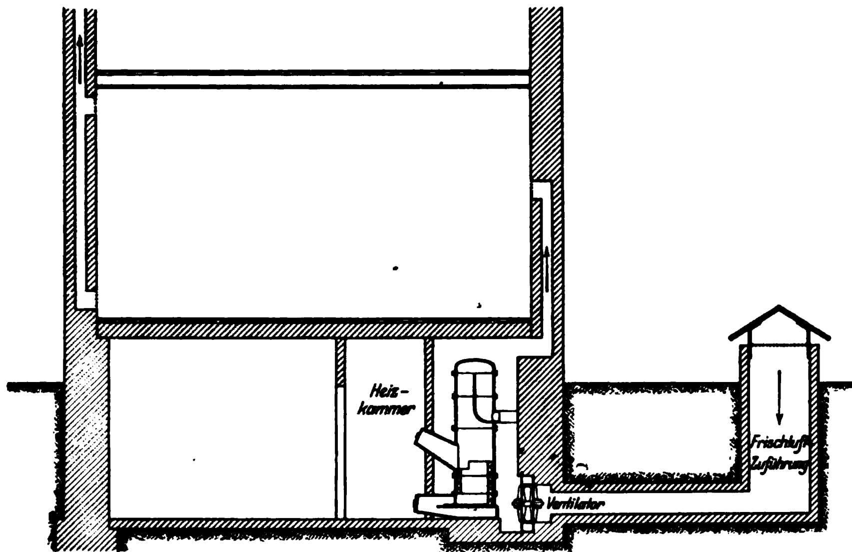


Abb. 93. Kanalführung bei Luftheizungsanlagen. (Schematisch.)

Die Anheizung von Versammlungsräumen kann, solange sie unbesetzt sind, durch Luftumlauf erfolgen, später ist sie lediglich durch Ventilation zu bewerkstelligen.

Für die Luftheizung gilt sonst das für die Kanallüftung Gesagte (vgl. S. 172). Die Frischluft soll an Stellen entnommen werden, die möglichst frei von Staub und Ruß sind. Sonst empfiehlt sich in der Frischluftkammer die Einschaltung eines Luftfilters. Um die Luftheizung unabhängig vom Winddruck zu machen, der sonst häufig Störungen der normalen Zirkulation bedingt, ist die Einschaltung eines Ventilators hinter dem Luftfilter häufig nötig. Leider pflegt das Geräusch dieser Ventilatoren sich durch die Heizkanäle oft dem ganzen Gebäude mitzuteilen.

Bei der Feuerluftheizung müssen zu hohe Außentemperaturen des Kalorifers vermieden werden, damit es nicht zur Staubverbrennung kommt. Sauberkeit in der mit glatten Wänden versehenen Heizkammer und in den Kanälen ist stets geboten. Bei Undichtigkeiten des Kalorifers ist das Eindringen von Heizgasen (Kohlenoxyd!) in die Räume zu befürchten.

Die Heißwasserheizung (Temperaturen von 130—200°) und die Hochdruckdampfheizung (2—5 Atmosphären Druck) mögen nur erwähnt werden. Sie sind in gesundheitlicher Beziehung nicht empfehlenswert.

Vergleich der Beheizungsarten in hygienischer und praktischer Hinsicht.

Vom hygienischen Standpunkt aus ist diejenige Heizung die beste, welche keine Luftverschlechterung mit sich bringt, zureichend und zuverlässig arbeitet, keine Gefahren in sich schließt und möglichst schnell und gut regulierbar ist.

Vom praktisch-wirtschaftlichen Standpunkt aus wird man Heizanlagen bevorzugen, welche billig in Anlage und Betrieb, dabei dauerhaft sind und der Bedienung keine zu schwierigen Aufgaben stellen.

Eine Heizung, die allen diesen Ansprüchen gleichzeitig hervorragend gerecht wird, gibt es nicht. Jede hat ihre größeren oder geringeren Vorzüge und Nachteile, welche man nach Lage des Falles gegeneinander wird abwägen müssen.

Der Betrieb der Zentralheizungsanlagen in Mietswohnungen ist gewöhnlich durch Vereinbarung zeitlich begrenzt und außerdem dem Einfluß des Mieters entzogen. Hierdurch können für den Mieter, vornehmlich in den Übergangszeiten (Frühjahr und Herbst), nicht unerhebliche Gefahren für seine Gesundheit erwachsen. Von diesem Gesichtspunkt aus sind Zentralheizungen ohne gleichzeitig vorhandene Öfen hygienisch als unzweckmäßig zu erachten.

Luftverschlechterungen können durch Beimischung von Verbrennungsgasen, Produkten der trockenen Staubdestillation und durch ungünstige Beeinflussung der Luftfeuchtigkeit entstehen. Dazu kommt bisweilen die Staubbelästigung durch Hin- und Hertransport von Kohlen und Asche in den Wohnräumen. Dieser Transport findet bei allen Lokalheizungen mit Ausnahme der Gasöfen, Petroleumöfen und elektrischen Öfen statt, soweit die Beheizung nicht von den Korridoren aus erfolgt. Die Füllöfen mit ihrer selteneren Beschickung stehen hier günstiger da als die gewöhnlichen eisernen Öfen, welche ein häufiges Nachfeuern erfordern. Das Eindringen von Heizgasen in die Wohnräume kann auch bei der Lokalheizung vermieden werden, wenn für einen guten Abzug der Gase gesorgt ist. Nur bei den Petroleumöfen wird diese Forderung nicht erfüllt. Besondere Sorgfalt ist den Gasöfen zu schenken, welche infolge unsachgemäßer Konstruktion und Bedienung häufiger zu schweren Unfällen geführt haben. Von den Zentralheizungen ist es die Feuerluftheizung, bei welcher ein Eindringen von Heizgasen in die Räume möglich ist.

Die Frage der Austrocknung der Luft und der Staubverbrennung durch die Heizung ist ein vielerörtertes und vielumstrittenes Kapitel, ja diese Frage ist es, welche der Zentralheizung hauptsächlich Gegner geschaffen hat, da behauptet wird, die Zentralheizungen führten eine belästigende Trockenheit der Luft herbei und auf den Heizkörpern bildeten sich durch Staubverbrennung Stoffe, welche die Schleimhäute des Respirationssystems reizten. An diesen Ansichten ist viel Unrichtiges und Übertriebenes, aber man würde zu weit gehen, wollte man behaupten, daß diese Frage in allen Punkten bereits völlig geklärt ist, ein Standpunkt, den viele Heizungstechniker zu vertreten pflegen. Theorie und objektive Angaben der Meßinstrumente auf der einen Seite und subjektives Empfinden der Insassen der Wohnung auf der anderen Seite stehen hier oft miteinander im Widerspruch. Theoretisch ist es zweifellos richtig, daß eine geringe relative Feuchtigkeit unserem Befinden zuträglicher ist, als eine zu hohe, es ist auch richtig,

daß die in einem mit Zentralheizung versehenen Raum aufgestellten Hygrometer oft einen Feuchtigkeitsgehalt anzeigen, der nicht unerheblich über dem liegt, den man nach seinem subjektiven Empfinden erwarten würde, aber ebenso sicher ist es, daß Personen mit einer empfindlichen, katarrhalisch leicht reizbaren Schleimhaut des Respirationskanals sich zumeist wohler befinden in Räumen mit Lokalheizung, im speziellen mit Kachelofenheizung, und daß die austrocknende Wirkung der Zentralheizung sich z. B. unzweifelhaft an den Holzmöbeln zeigt, welche in solche Räume hineingebracht werden. Auch gut abgelagertes Holz verzieht sich meist bald, schrumpft und springt.

Drei Punkte werden zur Erklärung dieser Tatsache herangezogen:

1. Die Zentralheizung ist gewöhnlich dauernd im Betrieb, die Lokalheizung meist intermittierend.

2. Die Lokalheizung wirkt ventilierend, die Zentralheizung (von der Luftheizung abgesehen) nicht in dem Maße.

3. Die Oberflächentemperaturen der Heizkörper sind bei der Zentralheizung oft höher als bei der Lokalheizung, und erstere führt ihrer ganzen Natur nach leichter zur Überwärmung der Räume als letztere.

Diese Tatsachen erklären allerdings manche, aber noch nicht alle Differenzen in befriedigender Weise, doch kann an dieser Stelle auf die Fragen nicht näher eingegangen werden. Vom hygienischen Standpunkt aus ist anzustreben, daß die Zentralheizung mit gewissen Unterbrechungen betrieben wird, daß man z. B. während der Nacht die Temperatur in den Räumen sinken läßt, um dadurch die relative Feuchtigkeit zu steigern, den Gegenständen im Raum Gelegenheit zur Wasseraufnahme und den Wänden Gelegenheit zur Abkühlung zu geben. Voraussetzung für die Durchführbarkeit dieser Forderung sind reichlich groß bemessene Heizkörperflächen, um rasch wieder anheizen zu können. Man wird auch unter Umständen die Zentralheizungskörper mit Frischluftzuführung versehen und dadurch die Ventilation durch die Lokalheizungen mehr als voll ersetzen können, wird vor allen Dingen die Oberflächentemperaturen der Heizkörper möglichst niedrig zu halten suchen. In dieser Beziehung hat die Warmwasserversorgung ihre unbestrittenen Vorzüge vor den anderen zentralen Beheizungsanlagen. Werden die Heizkörper für die Räume von vornherein genügend groß gewählt, so braucht man die Temperatur des Wassers im Kessel auch bei tiefer Außentemperatur nicht wesentlich zu erhöhen. Hierdurch wird zugleich am sichersten einer Staubverschwelung auf den Heizkörpern mit ihren unangenehmen Begleiterscheinungen (Geruch, Reizung der Respirationsschleimhaut) vorgebeugt.

Nach Nußbaum zersetzt sich Staub, der aus getrockneten tierischen Abgängen herrührt (und dieser wird reichlich durch den Wind und mit dem Schuhwerk in die Wohnungen hineingebracht) schon bei 65° C. Die Oberflächentemperatur der Heizkörper sollte daher diese Höhe nie erreichen. Von guter vorbeugender Wirkung ist in dieser Beziehung auch die Gestalt der Heizkörper. Freistehende, nicht verkleidete Radiatoren, welche leicht abgestaubt werden können, sind zur Vermeidung von Staubverbrennungen besonders zu empfehlen, alle Staubfänger (Rippenheizkörper u. dgl.) zu vermeiden.

Die Niederdruckdampfheizung, selbst wenn sie zum Luftumwälzungsverfahren und zur Vakuumheizung ausgebildet ist, vermag in

dieser Beziehung nicht das nämliche zu leisten. Die Oberflächentemperaturen müssen hier naturgemäß höher liegen als bei niedrig temperierten Warmwasserkörpern. Bei der Feuerluftheizung besteht in besonders hohem Maße die Gefahr der Überhitzung der Oberfläche des Kalorifers.

Daß die Zentralheizung im allgemeinen leichter zur Überwärmung der Räume und damit zur Austrocknung der Luft führt als die Lokalheizung, ist richtig. Die für den nicht körperlich Arbeitenden geeigneten Temperaturen von 17—20° C werden dabei leicht überschritten, und es stellen sich dann relative Feuchtigkeiten von nur 20—30% ein. Bei mittlerer Zimmertemperatur ist ein Feuchtigkeitsgehalt von 40—60% als angemessen zu betrachten. Das Bedürfnis, die Luft künstlich anzufeuchten, wird von den Insassen einer zentral beheizten Wohnung oft empfunden. Ihm sollte indessen nur nachgegeben werden, wenn objektiv (am Hygrometer) eine starke Austrocknung der Luft festgestellt ist, da Selbsttäuschungen häufig sind.

Die Vorrichtungen, welche zur Steigerung der relativen Feuchtigkeit empfohlen werden, wie Verdunstungsgefäße aus ungebranntem Ton, feuchte Asbest- und Löschpapierplatten, feuchte Tücher, sind in ihrer Wirkung meist nicht erheblich, wenigstens in größeren Räumen. Immerhin genügt bisweilen schon eine Steigerung der relativen Feuchtigkeit um wenige Prozente, um das subjektive Wohlbefinden zu bessern.

Bei Feuerluftheizungen ist eine künstliche Befeuchtung der Luft bisweilen angezeigt, jedoch nicht für Räume, welche viele Menschen beherbergen, da diese ja schon selbst große Mengen von Wasserdampf ausscheiden.

Was die Zuverlässigkeit im Betriebe anlangt, so steht auch hier die Warmwasserversorgung an erster Stelle. Eine Gefahr besteht allerdings bei ihr, das Einfrieren der abgestellten Heizkörper bei strengem Frost, ein Ereignis, das bei der Niederdruckdampfheizung wenig zu befürchten ist.

Beim Anheizen von Kesseln zentraler Heizungsanlagen sind unter besonderen Umständen (schlechter Zug infolge zu weiter Schornsteine und hoher Außentemperatur, unsachgemäßes Öffnen von Kehrdeckeln und Schornsteintüren, unsachgemäßes Schließen der Rauchschieber, schlechter Koks) bereits eine größere Anzahl von tödlichen Kohlenoxydgasvergiftungen bei Heizern vorgekommen.

Sonstige Gefahren (Explosionen) sind wohl nur bei Gasheizungen zu erwarten, aber vermeidbar. Was die schnelle Regulierbarkeit anlangt, welche besonders bei Witterungsumschlägen wertvoll ist, so steht hier von den lokalen Heizungen der Gas- und der elektrische Ofen voran, von den Zentralheizungen die Niederdruckdampf- und die Luftheizung. Das Wasser hat dagegen viel Wärme gespeichert und kühlt beim Abstellen der Heizkörper nur allmählich ab.

In der Anlage billig (d. h. bei Neubauten) sind Luftheizungen und Niederdruckdampfheizungen, im Betriebe billiger die Warmwasserheizung. Letztere pflegt sich auch, wenn gut angelegt, durch besonders lange Lebensdauer auszuzeichnen. Die Bedienung kann, wie oben erwähnt, durch Anbringung selbsttätiger Verbrennungsregler an den Kesselheizungen sowie durch automatische Brennstoffzuführung vereinfacht werden. Über die Kosten des Betriebes der Lokalheizungen ist oben bereits das Wichtigste gesagt worden.

Seit einigen Jahren ist man dazu übergegangen, nicht nur die Räume eines Hauses, sondern mehrere getrennt voneinander gelegene Gebäude von einer besonderen Stelle aus gemeinsam zu beheizen (**Fernheizung**).

Maßgebend für ihre Einrichtung ist bisweilen die Absicht, die Feuersgefahr auf ein Minimum zu beschränken (Museen u. dgl.), bisweilen sind andere praktische Gesichtspunkte, wie Zentralisierung der Rauchproduktion, Verminderung des Transports der Heizmaterialien usw., maßgebend. Wenn die Anlage durch Abdampf von Maschinen geheizt wird, kann sie auch wirtschaftliche Vorteile bieten. Meist wird als Wärmetransportmittel hoch gespannter Dampf (von 140—180°) verwendet, da dann die Rohrleitungen enger gewählt werden können. Derselbe wird dann im Keller der zu beheizenden Gebäude selbst zu niedrig gespanntem Dampf reduziert oder zur Erzeugung von Warmwasser verwendet, doch

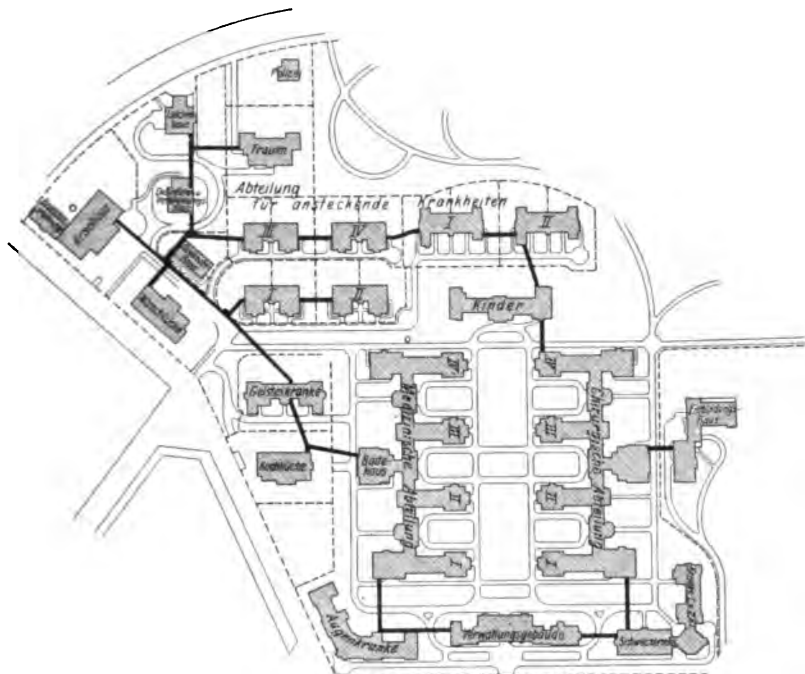


Abb. 94. Fernheizung im Städt. Krankenhaus Essen (Ruhr). (Nach R. O. Meyer.)

kann auch von vorneherein das warme Wasser, durch Zentrifugalpumpen fortgedrückt, Überträger der Wärme werden. Die Leitungen liegen in (bei Dampfleitungen meist begehbaren) Kanälen, und zwar zweckmäßig in doppelter Anzahl. Bei Warmwasserleitungen ist eine zweite Leitung für den Rücklauf geboten. Die Anlagekosten sind oft beträchtlich, die Wärmeverluste bei langen Leitungen hoch, doch können diese Nachteile durch sonstige Vorteile aufgewogen werden. Die Zusammenlegung von Fernheizwerken mit elektrischen Kraftstationen u. dgl. zur Ausnutzung des Abdampfes der Maschinen ist aus wirtschaftlichen Gründen anzustreben.

Beispiele für Fernheizwerke sind das in der Abb. 94 aufgeführte und das Fernheizwerk der Irrenanstalt Buch bei Berlin, sowie das bereits 1901 in Betrieb genommene Fernheizwerk Dresden zur Beheizung der staatlichen Gebäude auf dem linken Elbufer nebst neuem

Schauspielhaus und Handelshochschule. Fernheizanlagen kommen überhaupt für Kranken-, Irren- und ähnliche Anstalten, welche nach dem Pavillonsystem gebaut sind, in erster Linie in Frage.

Statt die Wärme selbst auf größere Entfernung fortzuleiten, hat man in neuerer Zeit auch Gasfernleitungen gebaut und das zu billigem

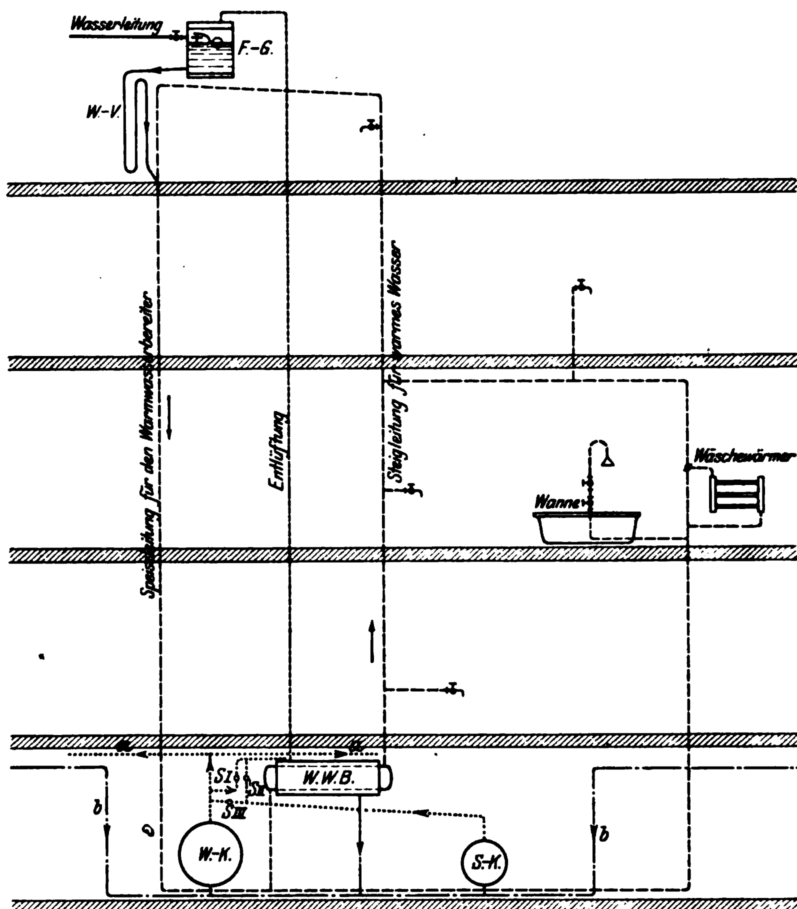


Abb. 95. Beispiel einer Warmwasserversorgung.

W.-K. = Winterkessel für Heizung und Warmwasser.
S.-K. = Sommerkessel für Warmwasserbereitung.
S. I—III = Schieber für die nötigen Absperrungen bei Winter- und Sommerbetrieb.
W.W.B. = Warmwasserbereiter (Boiler), d. h. Innenkessel zur Aufnahme des zu erwärmenden Verbrauchswassers nebst umschließendem Mantelkessel für das Heizwasser aus dem W.-K. oder dem S.-K.
F.-G. = Füllgefäß, an die städtische Wasserleitung angeschlossen, ersetzt, reguliert durch ein Schwimmkugelventil, das im Hause entnommene warme Wasser durch kaltes.
W.-V. = Wasserverschluß, verhütet ein Durchschlagen des warmen Wassers aus der Warmwasserleitung nach dem Füllgefäß.

Das Rohrnetz ist in Gestalt von Rundlaufsträngen oder Ringleitungen ausgebildet. Die Zapfstellen sind ausnahmslos an die Steigeleitung angeschlossen. Die Steigeleitungen (a) zu und die Rückleitungen (b) von den Heizkörpern sind in der Abb. nicht weiter gezeichnet.

Preise gelieferte Gas am Orte des Verbrauchs in Wärme umgewandelt. Solche Anlagen sind neuerdings in England angelegt worden auf über 40 km Länge (Tipton). Die Berliner städtischen Gaswerke liefern zur

Zeit Gas an mehr als 40 zum Teil weit entfernte Vororte. Das Gas wird unter erhöhtem Druck fortgeleitet und an dem betreffenden Ort auf normalen Druck gebracht.

Neben der zentralen Beheizung erhalten die modernen Häuser gewöhnlich eine zentrale Versorgung durch warmes Wasser zu Küchen- und Badezwecken.

Zu diesem Behufe befindet sich im Kellergeschoß des Hauses ein meist zylinderförmiges großes Gefäß mit nach außen gewölbten Enden, der sog. „Boiler" (Dampfkessel). In denselben strömt, gewöhnlich aus einem auf dem Boden des Gebäudes aufgestellten offenen oder wenigstens nicht luftdicht verschlossenen Speichergefäß, das durch ein Schwimmkugelventil mit der Wasserleitung in Verbindung steht (vgl. Abb. 95), kaltes Wasser zu. Im Kessel erwärmt, gelangt es mittels der Steigleitungen zu den Zapfhähnen. Dampfzuführungsregler sorgen nach Bedarf für größere oder kleinere Dampfzufuhr. Man kann auch, wie es in der Abb. 95 dargestellt ist, zur Beheizung das Wasser des Kessels für die Zentralheizung benutzen, indem man es in den Mantelraum eines doppelwandigen Boilers einführt, ferner lassen sich durch Gasheizung, die automatisch geregelt wird, Warmwasserversorgungseinrichtungen bequem und wirtschaftlich betreiben. Allerdings eignet sich die Beheizung mit Gas weniger für die Warmwasserversorgung größerer Häuser.

Die meisten Anlagen für Warmwasserversorgung sind, der einfacheren Anlage wegen, Niederdruckheizungen mit offenem Speicher. Eine Verunreinigung des Speicherwassers ist dabei natürlich nicht ausgeschlossen. Das von der Warmwasserversorgung gelieferte Wasser ist daher in diesem Falle hygienisch dem Wasserleitungswasser nicht gleichwertig. Gesundheitliche Gefahren bringen solche Anlagen aber trotzdem kaum mit sich, da das Wasser der Warmwasserversorgung zu Trinkzwecken nicht benutzt zu werden pflegt, eine Infektion des Speichers mit Krankheitserregern nach Lage der Dinge zu den Seltenheiten gehören dürfte und das Wasser meistens nicht unerheblich im Boiler erhitzt wird, ehe es zum Verbrauch kommt. Immerhin würden geschlossene Systeme den Vorzug verdienen. Eine Polizeiverordnung über die Anlage von Warmwasserversorgungen ist z. B. unter dem 16. Febr. 1918 für Berlin erlassen worden. Die Ausführung in Abb. 95 zeigt ein Beispiel einer Ausführung für Winter- und Sommerbetrieb.

Anhang.

Die Kühlung.

Das Bedürfnis nach künstlicher Kühlung der Wohnräume ist auch in unseren Breiten im Hochsommer vorhanden, doch sind solche Anlagen bisher wenig ausgeführt worden. Sie lassen sich am bequemsten mit einer vorhandenen Luftheizung kombinieren, indem man die Frischluft, statt sie in einer Heizkammer anzuwärmen, in einer Kühlkammer an durch kaltes Wasser gespeisten eisernen Kühlkörpern auf niedrigere Temperatur bringt und dann durch Ventilatoren einbläst. Zur Kühlung der Luft genügt in solchen Fällen meist Wasser oder Eis. Besondere Kältemaschinen werden gewöhnlich nur benötigt zum Betrieb von Kühlhallen, Brauereien usw. Für Wohnungen im tropischen Gebiet, im besonderen für die daselbst angelegten Krankenhäuser ist künstliche Kühlung,

verbunden mit Wärmeschutz, eine besonders dringliche Forderung. Durch Tünchung der geteerten Dächer mit Kalkmilch kann auch in unseren Breiten eine Verminderung der Erwärmung erzielt werden.

VI. Klima.

Über die einzelnen meteorologischen Faktoren ist in diesem Abschnitt unter I B 3 bereits das Nötige mitgeteilt worden. Es erübrigt nur noch, über die einzelnen Klimatypen einiges auszuführen.

Bekanntlich unterscheidet man eine Tropenzone, eine nördliche und südliche gemäßigte Zone und zwei Polarzonen. Die Begrenzungen werden gegeben durch die beiden Wendekreise und die Polarkreise. Diese Einteilung ist eine rein geographische. Zweckmäßiger erscheint eine Abgrenzung nach den Temperaturen mit Hilfe der Isothermen. Als Temperaturgrenzen nach Norden und Süden gelten nach Supan die Jahresisothermen von 20°. Jenseits der Isothermen von 10° des wärmsten Monats (Juli) beginnen die Polarzonen (vgl. hierzu die Isothermenkarte Abb. 73).

Die verschiedenen klimatischen Formen der Erde lassen sich kurz wie folgt charakterisieren:

1. Das Tropenklima.

Es wird einmal bedingt durch die lange Dauer der unmittelbaren Sonnenstrahlung. Der Einfallswinkel der Sonnenstrahlen beträgt hier stets mehr als 43°. Die Schwankungen der mittleren Tagestemperaturen im Laufe eines Jahres sind gering, geringer als die täglichen Temperaturunterschiede. Die höchsten Wärmegrade weisen die Passatzonen auf, doch machen die hier herrschenden Winde das Klima erträglich. Unerträglich dagegen ist das Gebiet des Kalmengürtels. Hohe Temperatur, hohe Luftfeuchtigkeit und Windstille vereinigen sich hier zu einer Witterung, welcher der Europäer auf die Dauer nicht stand hält. Die hohe relative Feuchtigkeit hat ihre Quelle in den gewaltigen Wassermassen des Tropengürtels. Auf den Inseln und in den Küstengegenden ist die Feuchtigkeit am größten. Was die Niederschläge anbelangt, so setzt am Äquator sowohl im Frühjahr wie im Herbst eine Regenperiode ein, weiter fort vom Äquator rücken diese Zeiten zusammen, so daß an den Grenzen gegen die Passatzonen nur noch eine sommerliche Regenzeit (der dortige sog. Winter) vorkommt.

Der Kalmengürtel ist ständig regenreich. Die größten Regenmassen gehen über die ostindische Inselwelt und die äquatorialen Teile von Südamerika nieder.

Die Höhenlage eines Ortes ändert auch in den Tropen seinen klimatischen Charakter, doch bleiben auch hier die jährlichen Temperaturschwankungen verhältnismäßig gering. Der geringe Wechsel der Witterung verleiht dem tropischen Klima seinen erschlaffenden Charakter.

Kokospalme, Ölpalme, Kautschuk liefernde Bäume, Kakao- und Kaffeebaum sind tropische Gewächse.

Der Tierreichtum der Tropen ist bekannt. Unter den Tieren bilden die Giftschlangen eine nicht unerhebliche Gefahr für den Eingeborenen und den Kolonisten. In Betracht kommen namentlich giftige Najaarten.

Zu den wichtigeren Tropenkrankheiten rechnet man:

Ankylostomiasis, Cholera, Dysenterie, Framboesie, Gelbfieber, Kala Azar, Lepra, Malaria, Maltafieber, Pest, Rückfallfieber, Schlafkrankheit, Schwarzwasserfieber und Typhus. Manche von diesen Krankheiten sind indessen nicht auf die Tropen beschränkt. Näheres siehe unter Infektionskrankheiten.

Ferner ist der Sonnenstich (akute Überhitzung des Gehirns durch intensive Sonnenbestrahlung) nicht selten. Der Sonnenstich wird nicht durch die ultravioletten Strahlen hervorgerufen, sondern durch die tief eindringenden langwelligen ultraroten Strahlen, welche sich bei ihrer Absorption in Wärme umwandeln.

Erkältungskrankheiten sind in den Tropen wegen der Verweichlichung der Haut häufig.

Tropenfähig sind nur Leute mit gesunden Organen und gesundem Nervensystem. Alkoholismus, frische syphilitische Infektionen machen tropenunfähig, namentlich für das Klima des tropischen Tieflandes. Auch in Europa geborene Kinder in den ersten Lebensjahren vertragen das Tropenklima nicht.

Was die Akklimatisation der weißen Rasse — von der persönlichen Akklimatisation abgesehen — anlangt, so gelingt dieselbe am schwersten in den tropischen Küstenländern. Hier ist die so häufige tropische Malaria ein Haupthinderungsgrund. Besser gelingt sie in den tropischen Hochländern und in gewissen tropischen bzw. subtropischen Flach- und Hügelländern. Die Schädigungen der rein klimatischen Faktoren des Tropenaufenthaltes scheinen vorwiegend das Nervensystem zu betreffen. Hierzu kommen dann die oben genannten Infektionskrankheiten, die durch tierische Parasiten hervorgerufenen Affektionen u. a. m.

Den Übergang von den Äquatorialzonen zu den gemäßigten bilden die subtropischen Zonen. Hier (Mittelmeerküsten, Kalifornien usw.) findet man zumeist trockene heiße Sommer und milde feuchte Winter.

2. Gemäßigte Zonen.

Je weiter man vom Äquator an polwärts geht, um so mehr nehmen die Schwankungen der Temperatur im Verlaufe des Jahres zu und die täglichen Temperaturschwankungen ab. An Stelle der erschlaffenden Stetigkeit der Witterung tritt ein erfrischender, unperiodischer Witterungswechsel, indem sich Luftdruck, Temperatur und Windrichtung beständig ändern. Die Differenzierung zwischen Sommer (Zeit der Sonnennähe) und Winter (Zeit der Sonnenferne) wird immer deutlicher.

Was die Windrichtungen anbelangt, so beginnen vom 30.—40. Breitengrade an die westlichen Winde vorzuherrschen.

In der gemäßigten Klimazone wird Getreide (Gerste) stellenweise bis zum 70. Breitengrade hinauf gebaut.

3. Das Polarklima

beginnt, wie erwähnt, dort, wo die Temperatur auch des wärmsten Monats 10° C nicht übersteigt, die Grenze fällt also etwa mit der Juliisotherme von 10° zusammen, nicht mit dem Polarkreise. Da die Temperatur der Polarzonen an und für sich tief liegt, sind die jährlichen Temperaturschwankungen für Flora und Fauna weniger bedeutungsvoll. Das

Polarklima ist einförmig wie das Tropenklima, und naturgemäß psychisch deprimierend, zumal während der langen Polarnacht. Trotz der tiefen Temperaturen sind Erkältungskrankheiten in diesen Gegenden fast unbekannt, eine Tatsache, welche sich wohl aus der Keimarmut der Polarluft erklärt.

Abgesehen von den durch die geographische Lage bedingten Klimazonen lassen sich nun noch bestimmte Klimatypen unterscheiden, hervorgerufen durch die Nachbarschaft oder Ferne des Meeres, durch größere Erhebungen über dem Meeresniveau, Waldreichtum oder Waldarmut usw.

Im folgenden sollen hauptsächlich die mitteleuropäischen Verhältnisse ins Auge gefaßt werden.

4. Landklima oder kontinentales Klima.

Die Temperaturen erreichen im Laufe des Jahres große Extreme. Sonnenbestrahlung und Wärmeausstrahlung sind groß. Die Windstärke ist durchschnittlich geringer als an der See, die niederschlagsreicheren Zeiten sind Frühjahr und Sommer. Der Staubgehalt der Luft ist, im Vergleich zu den Küstengebieten, gewöhnlich höher. Ein besonders ausgesprochenes Kontinentalklima hat Ostsibirien.

5. Insel- und Küstenklima.

Da das Wasser mehr Wärmestrahlen absorbiert als das Land, so stellen die Meere Wärmespeicher dar, welche ausgleichend auf die Temperatur der Insel- und Küstengegenden wirken.

Die Temperaturen erreichen daher einmal im Laufe des Jahres nicht die Extreme wie im Kontinentalklima und ferner verschiebt sich das Eintreten der Maxima um mehrere Wochen gegenüber dem Landklima, d. h. der Sommer beginnt und endet später, der Winter ist milde. Die Windstärke und Windhäufigkeit ist gewöhnlich größer als auf dem Kontinent. Im Sommer ist Luftfeuchtigkeit und Bewölkung durchschnittlich erheblich. Die niederschlagreichsten Zeiten sind Herbst und Winter, die Luft pflegt verhältnismäßig staubfrei zu sein.

Den ausgleichenden Einfluß des Meeres illustrieren folgende Zahlen. Nach Kremser betrugen die höchsten Temperaturen im Mittel vieler Jahre: An der Nordsee 27°, im mittleren deutschen Flachland 32°; die tiefsten Temperaturen an der Nordsee — 8°, im mittleren deutschen Flachlande — 17°, d. h. die größte Temperaturdifferenz an der Nordsee betrug 35°, im mittleren deutschen Flachlande dagegen 49°.

Ausgesprochenes Seeklima haben z. B. die englischen Küsten.

Wirkungen des Seeklimas auf den Menschen haben sich bisher nur in beschränktem Umfang objektiv feststellen lassen. Im allgemeinen schreibt man ihm eine den Stoffwechsel anregende Wirkung zu.

6. Gebirgs- und Höhenklima.

Beim Anstieg um je 100 m Höhe fällt im allgemeinen die Temperatur um 0,5—0,7° C. Ausnahmen kommen besonders im Winter vor. Gleichzeitig nimmt der Luftdruck ab (vgl. S. 154). Bis zu einer gewissen Höhe pflegt dagegen, wenigstens im Sommer, die relative Feuchtigkeit der

Luft zuzunehmen. Im übrigen ist rascher Wechsel im Feuchtigkeitsgehalt für das Gebirgsklima charakteristisch.

Bei einem Aufenthalt über 3000 m Höhe zeigen sich bei vielen Personen schon Zeichen von Bergkrankheit (vgl. S. 165), trotzdem liegen manche menschlichen Ansiedelungen in Chile, Peru, Tibet, Kalifornien bis zu 5600 m hoch.

Das dem gesunden Menschen zusagende Gebirgsklima findet sich etwa bis zu 3000 m Höhe, und zwar rechnet man das Gebirgsklima erst von 1000 m, das Mittelgebirgsklima von etwa 400 m Höhe an [1]).

Charakteristisch für das Höhenklima sind: Kräftige Sonnenstrahlung mit geringerer Absorption der chemisch wirksamen ultravioletten Strahlen. Im Sommer fehlt meist die drückende Hitze, im Winter ermöglicht die kräftige Insolation auch bei niedrigen Temperaturen den behaglichen Aufenthalt im Freien, namentlich in den Hochgebirgstälern. Auf den Gipfeln ist ein ähnlicher Ausgleich der jährlichen Temperaturextreme zu beobachten wie am Meere. Die den feuchten Winden zugekehrten Gebirgsseiten, in unseren Breiten also vorwiegend die Westseiten, wirken als Kondensatoren des Wasserdampfes. Hier sind Nebel und Niederschläge häufig. Die Gegenden der entgegengesetzten Seite des Gebirges liegen dagegen im sog. „Regenschatten" des Gebirges und pflegen weniger Niederschläge aufzuweisen. Die bereits erwähnte Hellmannsche Regenkarte von Deutschland zeigt den Regenreichtum der westlichen und südlichen Gebirge Deutschlands (Vogesen, Schwarzwald, Oberbayerische Alpen). Hier werden Regenhöhen bis über 200 cm jährlich beobachtet, während z. B. im östlichen deutschen Flachlande die Regenhöhen nur 50—60 cm betragen.

Objektiv nachweisbare Einwirkungen des Höhenklimas sind Zunahme von Blutkörperchenzahl und Hämoglobingehalt des Blutes, Vermehrung der Atem- und Herztätigkeit, Begünstigung des Eiweißansatzes.

Das Höhenklima bietet daher für chlorotische Zustände und beginnende Lungentuberkulose sehr günstige Bedingungen der Heilung.

In Gebirgslagen, in welchen die Niederschläge in einem großen Teil des Jahres in Form von Schnee erfolgen, ist die Luft gewöhnlich ziemlich staubfrei, wenn auch meist nicht in dem Maße, wie es die Seeluft ist.

Der Einfluß der Wälder auf das Klima ist weniger erheblich, als gemeinhin angenommen wird. Auf beschränkte Entfernungen wirken Wälder als Windschutz und „Regenschatten" spendend. Im Walde findet man Erhöhung der relativen Feuchtigkeit und Abstumpfung der Temperaturextreme. Die meist ziemlich staubfreie Luft zeichnet sich in den Nadelholzwaldungen durch gewisse aromatische, die Atmung anregende Riechstoffe aus.

7. Großstadtklima.

Von einem Großstadtklima kann man gewöhnlich nur sprechen in Städten von mindestens 100 000 Einwohnern.

Für dasselbe ist charakteristisch: die Erhöhung der Lufttemperatur gegenüber dem freien Land, die namentlich im Sommer durch die reflektierte Wärme von den erhitzten Häusern lästig wird und infolge

[1]) Die höchste Erhebung in Deutschland ist die Zugspitze mit 2968 m, von anderen bekannten Höhen seien genannt Schneekoppe mit 1603 und Brocken mit 1141 m Höhe.

davon die geringere nächtliche Abkühlung im Sommer. Nach Bolton vermag die Gesamtwärme, welche New-York ausstrahlt, bei einer mittleren Wintertemperatur von 5° C die Temperatur einer Luftmasse von 1 km Höhe und 850 qkm Ausdehnung um 1,6° zu erhöhen.

Die Verunreinigung der Atmosphäre durch Ruß und Staub mit den als Folge auftretenden Nebel- und Schwadenbildungen, namentlich im Winter, welche ihrerseits wieder die Anzahl der Sonnenscheinstunden verringern, ist ein weiterer Nachteil.

Am ungünstigsten gelegen sind bei den vorherrschend westlichen Winden die östlichen Teile der Großstadt.

Die Lufttemperatur in der Großstadt ist auch bei der Frage der Zweckmäßigkeit der Einführung der sog. „Sommerzeit", d. h. der Früherlegung der mitteleuropäischen Zeit um eine Stunde während der Monate April bis September zu berücksichtigen. Während diese Maßnahme wegen des durch sie bewirkten Lichtgewinns vom gesundheitlichen Standpunkt aus begrüßt werden könnte, ist ihr Wert der thermischen Verhältnisse halber in den großen Städten fraglich. Hier setzt im Hochsommer die Abkühlung am Abend so spät und so langsam ein, daß bei Einführung der Sommerzeit und Einhaltung der üblichen Tageseinteilung die Nachtruhe durch die hohen Temperaturen gestört werden kann. In Berlin z. B. betrug die Temperatur (im Mittel der Werte der Jahre 1890/97)

	im Juni	im Juli	im August	im September
nachmittags				
um 7 Uhr . .	18,9°	20,2°	19,6°	15,6°
um 9 Uhr . .	16,8°	18,2°	17,9°	14,3°
um 11 Uhr .	15,4°	16,9°	16,8°	13,3°

Dabei betrugen die Tagesmittel im Juni 17,0°, im Juli 18,4°, im August 18,1° und im September 14,6°. Die Temperaturen bei Beginn der Nachtruhe liegen also im Hochsommer in der Großstadt schon normalerweise nur wenig unter dem Tagesmittel. Wird der Beginn der Nachtruhe noch auf eine Stunde früher verlegt, so gestalten sich die Wärmeverhältnisse für die Schlafenszeit noch ungünstiger.

Trotzdem hat die Sommerzeit für den Großstädter zweifellos mehr gute als schlechte Seiten an sich. Bedeutungslos ist ihre Einführung nur auf dem Lande, da der Bauer sich mit seinen Arbeiten stets nach den natürlichen Sonnenverhältnissen richten muß, eine künstliche Zeitverschiebung für ihn also nicht in Frage kommen kann.

VII. Kleidung.

Die Kleidung soll uns ein künstliches Klima schaffen, wie unsere Wohnungen. Wie diese soll sie den hygienischen Anforderungen und zugleich möglichst den ästhetischen Bedürfnissen genügen. Eine Kleidung braucht, weil sie hygienisch ist, nicht häßlich zu sein. Sie kann der Mode bis zu einem gewissen Grade folgen. Nur gegen die Auswüchse der Mode wird man vom gesundheitlichen Standpunkt aus anzukämpfen haben.

Die wissenschaftlichen Grundlagen der Bekleidungslehre sind erst in neuerer Zeit durch Rubner gelegt worden. Die Einführung messender Methoden hat es ermöglicht, mit alten Anschauungen auf diesem Gebiete aufzuräumen.

Die Beziehungen der Kleidung zur Hauttätigkeit sind naturgemäß sehr enge. Einige physiologische Vorbemerkungen über die Hauttätigkeit mögen daher voraufgeschickt werden.

A. Die Aufgaben der Haut.

Die Haut (Abb. 96) ist:

1. ein Schutzorgan des Körpers gegen physikalische und chemische äußere Einflüsse,
2. ein Sinnesorgan,
3. ein Exkretionsorgan.

Den schützenden Teil der Haut bildet die Hornschicht der Epidermis. Die Sinnesorgane sind in das Korium eingelagert, die Exkretionsorgane desgleichen. Sie durchsetzen mit ihren Ausführungsgängen die Epidermis.

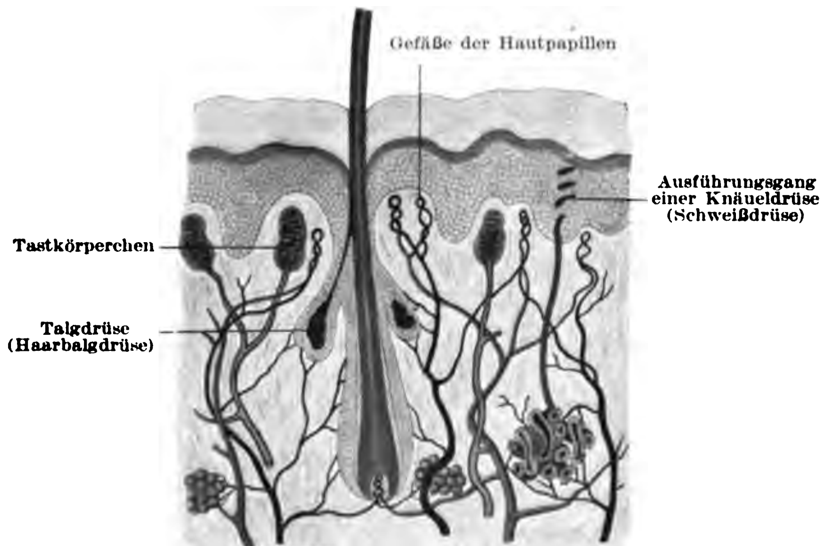


Abb. 96. Querschnitt durch die Haut (schematisch).

Als physikalische Einflüsse kommen in Betracht mechanischer Druck und Stoß, thermische Einflüsse, durch Leitung und Strahlung übertragen und sonstige Strahlenwirkungen.

Eingreifenderen chemischen Einwirkungen wird die Haut gewöhnlich nur bei der Berührung mit flüssigen Medien ausgesetzt. Solchen Einwirkungen begegnen wir in den Gewerbebetrieben, in der Balneologie und Therapie.

Die sensiblen Nervenapparate der Haut dienen der Kälteempfindung, der Wärmeempfindung, der Druckempfindung und der Schmerzempfindung. Für jede dieser Empfindungen bestehen besondere Rezeptoren. Als druckempfindende Punkte gelten die Nervengeflechte an der Wurzelscheide der Haare, ferner wahrscheinlich auch die Meißnerschen Körperchen. Als schmerzempfindende Punkte sieht man die intraepithelialen Nervenendigungen an. Die Organe der Kälteempfindungen sind wahrscheinlich die Krauseschen Endkolben. Die Wärmepunkte entsprechen wahrscheinlich tiefer liegenden Gebilden (Ruffinische Nervenendigungen).

Als Exkretionsorgane kommen Schweiß- und Talgdrüsen in Betracht. Die knäuelförmigen Schweißdrüsen spielen eine erhebliche Rolle bei der Wärmeregulation; die Talgdrüsen machen durch ihr Sekret, den Hauttalg, die Haut geschmeidig. Die Ausführungsgänge der Talgdrüsen münden in die Haarfollikel. Das Vorkommen der Talgdrüsen deckt sich mit denen der Haare. Sie fehlen also

hauptsächlich in der Hohlhand und auf der Fußsohle. Die Schweißdrüsen stehen am dichtesten auf Stirn, Hohlhand und Fußsohle.

Schweiß kann unter besonderen Verhältnissen für kürzere Zeit in großen Mengen (bis über 3 Liter) abgegeben werden. Unter gewöhnlichen Verhältnissen beträgt die Abgabe von Wasserdampf in 24 Stunden nur einige hundert Gramm.

Reaktion und Konzentration des Schweißes sind wechselnd. Er enthält von charakteristischen Bestandteilen stets Kochsalz und Harnstoff. Die Schweißsekretion wird von einem im verlängerten Mark gelegenen Zentrum direkt oder reflektorisch angeregt z. B. durch Temperatursteigerungen, Kohlensäureanreicherung des Blutes, psychische Einwirkungen.

Nach Rubner schwankt bei einer Außentemperatur von 12° die Temperatur der unbekleideten Haut, je nach den Körperstellen, zwischen 25,1 und 29,7°; die Oberflächentemperatur des unbekleideten Körpers betrug im Mittel bei einer Außentemperatur von

	10°	29°,
bei	15°	29,2°,
bei	17,5°	30° und
bei	25,6°	31,2°.

Als normale Mitteltemperatur wird angenommen in der geschlossenen Achselhöhle 37°, in der Mundhöhle 37,2° und im After 37,5°. Muskelarbeit erhöht. Schlaf erniedrigt die Temperatur um ein weniges. Abgesehen hiervon bewegt sich die normale Temperatur im Laufe eines Tages in einer Kurve, deren höchster Gipfel in den späten Nachmittagsstunden, deren tiefster Stand in den frühesten Morgenstunden zu liegen pflegt.

Innerhalb eines Tages schwankt die Körpertemperatur des gesunden Menschen um 1° und mehr.

Steigerungen der Eigenwärme kommen vor, wenn die Außentemperatur 33° übersteigt und die relative Feuchtigkeit gleichzeitig hoch ist.

Die Haut ist das wichtigste Organ für die Wärmeabgabe. Nach Atwater gibt ein ruhender Mensch durch Leitung und Strahlung ab etwa 74,5%, durch Harn und Kot etwa 1,5%, durch Wasserverdunstung etwa 24%; der körperlich arbeitende Mensch gibt ab 79% durch Leitung und Strahlung, 0,6% durch Harn und Kot und 20,4% durch Wasserverdunstung.

Durch Verdunsten von 1 Liter Schweiß werden rund 600 große Kalorien verbraucht, d. h. dem Körper entzogen.

B. Aufgaben der Kleidung.

Eine rationelle Kleidung hat folgende Aufgaben zu lösen:

1. Regelung der Wärmeabgabe des Körpers. Sie soll in kühler Umgebung vor zu reichlicher Wärmeabgabe bewahren, in warmer Umgebung die produzierte Wärme leicht hindurchgehen lassen.

2. Die Kleidung soll dem in Dampfform ausgeschiedenen Wasser kein Hindernis in den Weg legen, die Bildung von tropfbarflüssigem Schweiß tunlichst verhüten und durch etwa abgeschiedene Schweißmengen in ihren, die Wärmeabgabe regelnden Eigenschaften nicht wesentlich verändert werden.

3. Die Kleidung soll die Haut nicht reizen, die Hautsekrete gut aufnehmen und leicht zu reinigen sein.

4. Unter Umständen ist auch der Farbe der Kleidung besonderer Wert beizulegen (Sommerkleidung).

Für die Beurteilung eines Kleidungsstückes muß man die Grundstoffe, aus denen es besteht, scharf von dem Aufbau des Gewebes trennen.

C. Grundstoffe der Kleidung.

Als Grundstoffe (vgl. auch die Untersuchungsmethoden) kommen in Betracht:

1. Grundstoffe animalischer Herkunft:
   a) Wollfasern, tierische Haare,
   b) Seidenfasern.
2. Grundstoffe von vegetabilischer Herkunft:
   a) Leinenfasern,
   b) Baumwollfasern.
3. Kunstseide und andere Ersatzstoffe.

Lieferanten der Wolle sind in erster Linie Schaf, Ziege, Kamel. Pelzliefernde Tiere sind besonders Fuchs, Katze, Zobel, Nerz, Bisam, Biber, Otter, Hamster, Kaninchen.

Seidenfasern bestehen aus dem erhärteten Sekret der Spinndrüsen der Seidenraupe (Bombyx mori und andere Arten).

Leinenfasern sind die Sklerenchymfasern des Flachses (Linum usitatissimum). Ihnen ähnlich sind die Hanffasern.

Baumwollfasern sind die Samenhaare der Malvaceengattung Gossypium.

Kunstseide wurde von Chardonnet zuerst aus denitriertem Kollodium hergestellt.

Die Eigenschaften dieser Kleidungsgrundstoffe sind folgende:

Im spezifischen Gewicht bestehen keine erheblichen Unterschiede. Es kann im luftfreien Zustande zu 1,3 angenommen werden. Alle Grundstoffe sind hygroskopisch, zumal die Wolle; an Elastizität übertrifft die Wolle die übrigen Stoffe. Sie ist auch durch ihre Rauhigkeit, d. h. durch zahlreiche hervorragende Fäserchen (Stützfasern) ausgezeichnet, eine Tatsache, welche hygienische Bedeutung hat.

Das Wärmeleitungsvermögen der Baumwolle und der Leinwand als Grundstoffe ist nach Rubner etwa 1,5mal so groß wie das der Seide und beinahe 5mal so groß als das der Wolle.

Aus den Grundstoffen werden Kleidungsstoffe gewebt oder gewirkt, sofern man nicht natürliche Haarkleider (Pelze) als solche benutzt.

Gewebte Stoffe bestehen aus regelmäßig verschlungenen, sich rechtwinklig kreuzenden Fäden (Kette und Einschuß).

Gewirkte Stoffe bestehen demgegenüber aus Maschen (Trikotstoffe). Kreppstoffe sind gazeartige, krause Gewebe.

Durch Walken, Rauhen, Scheren, Pressen, Färben, Appretieren (d. h. Imprägnieren mit Stärke, Magnesiumsulfat u. dgl.) werden die physikalischen Eigenschaften der Kleiderstoffe geändert. Loden ist Tuch, wie es vom Webstuhl kommt.

Die Stoffe bestehen entweder aus einheitlichem Grundstoff oder Kette und Einschuß sind aus verschiedenem Material.

Die Tatsache, daß sich schon die Grundstoffe in ihrem Wärmeleitungsvermögen verschieden verhalten, scheint darauf hinzudeuten, daß die verschieden wärmende Wirkung der aus ihnen hergestellten

Gewebe in diesem verschiedenen Wärmeleitungsvermögen seinen hauptsächlichsten Grund findet. Dem ist indessen nicht so.

Setzt man das Wärmeleitungsvermögen der Luft = 1, so leitet die Wolle (als Grundstoff) immer noch 6 mal stärker die Wärme als Luft. Es liegt daher auf der Hand, daß die warmhaltende Wirkung eines Kleidungsstoffes in hohem Maße von dem Luftgehalt des Stoffes abhängen muß.

Der Gehalt an Luft ist aber in erster Linie abhängig von der Art des Gewebes. Je glatter und fester die Gewebe hergestellt sind, desto weniger, je lockerer sie hergestellt sind, um so mehr Luft müssen sie enthalten.

Frierende Tiere sträuben ihr Fell, um es lufthaltiger zu machen, aus demselben Grunde plustert Federvieh sein Gefieder auf. Eine rudimentäre unwillkürliche Erscheinung zu ähnlichem Zweck ist das Auftreten der sog. Gänsehaut beim Menschen, hervorgerufen durch eine Kontraktion der Musculi arrectores pilorum.

D. Aufbau und Wahl der Stoffe.

Die Untersuchungen Rubners haben denn auch gezeigt — und an mikroskopischen Schnitten durch die Kleidung (vgl. Abb. 97) kann man es ohne weiteres erkennen —, daß die warmhaltende Wirkung eines Kleiderstoffes in Beziehung zu seinem Luftgehalt steht. Luft ist der schlechteste Wärmeleiter.

Es enthalten z. B. Luft in Prozenten:

Pelze	95—97	Winterkammgarnstoff	82
Wollflanell	92	Leinentrikot	73
Wollkrepp	89	Glatt gewebt. Baumwollstoff	52
Wolltrikot	86	Glatt gewebtes Leinen	49
Baumwolltrikot	85		
Seidentrikot	83		

Zu den lockersten Geweben läßt sich, wegen der eigenartigen Natur der Fasern, die Wolle verarbeiten. Solche Gewebe sind die Wollflanelle. Mit zunehmendem Luftgehalt sinkt auch im allgemeinen das spezifische Gewicht der Stoffe.

Zum Vergleich seien nach Börnstein einige Zahlen über absolute Wärmeleitungsvermögen gegeben. Die Zahlen geben an: kleine Kalorien, die durch 1 qcm Fläche, bei 1 cm Dicke und einer Temperaturdifferenz von 1° C in der Sekunde gehen:

Kupfer	0,88	Wasser	0,0014
Messing	0,25	Kiefernholz (Faserrichtung)	0,0003
Eisen	0,16	Haare ohne Luft	0,00048
Porzellan	0,0025	Atmosphär. Luft	0,00005
Glas	0,0017		

Durch Luftzumischung wird das absolute Wärmeleitungsvermögen also herabgesetzt.

Einen nicht zu vernachlässigenden Einfluß auf das Vermögen, warm zu halten, hat naturgemäß die Dicke der Kleidungsstoffe.

Gemessen mit dem Rubnerschen „Sphärometer" zeigen die einzelnen Stoffe erhebliche Dickenunterschiede, so betrug z. B. die Dicke bei:

Feinerem Leinen	0,23 mm	Baumwolltrikot (Lahmann)	1,01—1,92 mm
Dünnem Wolltrikot	0,46 „	Wolltrikot (Jäger)	1,25 „
Leinentrikot (Kneipp)	0,97 „	Dickem Wolltrikot	2,37 „

Das Wärmeleitungsvermögen ändert sich mit der Feuchtigkeit der Stoffe, und zwar erstens durch Aufnahme von hygroskopischem Wasser und zweitens durch Aufnahme von tropfbar flüssigem Wasser. Letzteres verdrängt die Luft aus dem Gewebe, bewirkt also, daß an Stelle eines schlechten ein besserer Wärmeleiter tritt. Bei der Wolle macht sich der Einfluß hygroskopischen Wassers auf das Wärmeleitungsvermögen besonders bemerkbar, ein Umstand, der für die Entwärmung des Körpers bei Arbeitsleistung günstig ist. Geruchsbelästigungen, von zersetztem Schweiß ausgehend, sind bei Wollkleidung weniger zu erwarten als bei Benutzung anderer Grundstoffe. Taucht man Stoffe in Wasser, so daß sie sich gänzlich mit Wasser durchtränken, und preßt sie dann mit der

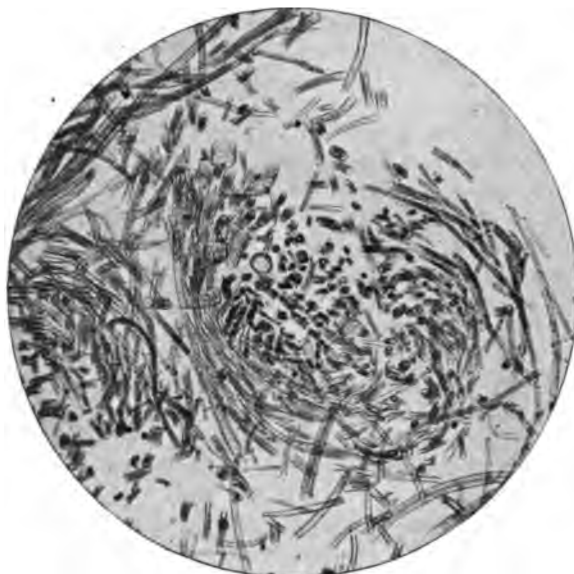


Abb. 97. Mikroskopischer Schnitt durch eine wollene Oberkleidung.

Hand aus, so bleibt eine Wassermenge zurück, die als „minimale Wasserkapazität" der Stoffe bezeichnet wird. Solche Versuche haben ergeben, daß die Poren glattgewebter Stoffe (Baumwolle, Leinen) auch nach dem Ausdrücken völlig mit Wasser gefüllt bleiben, d. h. luftleer sind, daß dagegen von Trikotstoffen ungefähr 60 % der Poren wieder lufthaltig werden, bei Wollflanell sogar etwa 85 %. Zum Teil hängt dies mit der verschiedenen Benetzbarkeit der Fasern zusammen und hier steht die Wolle (falls sie noch nicht zu vielen Reinigungsprozessen unterworfen wurde) wieder besonders günstig da, d. h. sie benetzt sich schwer. Am raschesten benetzt sich Seide. Hygienisch wichtig ist es nun, ob das von den Geweben aufgenommene Wasser rasch wieder verdunstet, ob also dem Körper viel Wärme entzogen wird. Es hat sich gezeigt, daß dieser unerwünschte Vorgang am intensivsten bei glattgewebter Leinwand stattfindet.

Durchnäßte Kleidung haftet verschieden stark am Körper. Die Klebekraft ist am größten bei Leinen und Schirting, am geringsten bei Wollflanell und Wolltrikot.

Alle diese Verhältnisse sind von Wichtigkeit für die Hygiene des hocherwärmten, in Schweiß geratenen Körpers, bei welchem zur Verhütung von Erkältungskrankheiten eine zu rasche Entwärmung vermieden werden muß. Es ist nach dem Gesagten klar, daß für solche Fälle auf der Haut nur ein locker gewebtes, auch bei starker Schweißbildung zum großen Teil lufthaltig bleibendes Gewebe getragen werden sollte, also z. B. ein dünner Baumwolltrikotstoff (nach Lahmannscher Art) oder ein ähnliches Gewebe aus Baumwoll-Leinenmischung. Unterkleidung aus Wolle ist meist nicht dünn genug, führt daher leicht zu Überwärmung der Haut. Die übliche, aus glattgewebten Leinen- und Baumwollstoffen bestehende Leibwäsche bietet zwar zunächst für die Entwärmung günstigere Verhältnisse, bringt dann aber, nachdem sie durch Schweißaufnahme luftfrei geworden ist, dem ruhenden Körper einen unter Umständen gesundheitsschädlichen, zu plötzlichen Wärmeverlust. Solche Zustände treten ein nach anstrengenden Marschleistungen und sportlichen Unternehmungen.

In der Ruhe oder bei leichter Arbeit in niedrigerer Lufttemperatur, bei welcher es zur Schweißbildung nicht kommt, ist ebenfalls möglichste Porosität der Kleidung erwünscht.

Es ist nach dem Gesagten nicht gerechtfertigt, Kleidungssysteme nach den Grundstoffen zu benennen, also vom Wollsystem (Jäger), Baumwollsystem (Lahmann) oder Leinensystem (Kneipp) zu sprechen. Wenn auch Unterschiede zwischen den drei genannten Grundstoffen bestehen, so treten diese Unterschiede doch zurück gegen diejenigen, welche durch den Gewebeaufbau geschaffen werden, d. h. es ist hygienisch eine weit größere Differenz vorhanden zwischen einem glattgewebten Baumwollstoff und einem Baumwolltrikotstoff als zwischen einem Baumwolltrikot und Wolltrikot von gleicher Dicke.

Die Erfüllung der Forderungen 1 und 2, welche oben bei den Aufgaben der Kleidung aufgestellt worden sind, ist bisweilen nicht mit der Erfüllung der Forderungen unter 3 und 4 zu vereinigen.

Zunächst wird wollene Unterkleidung von manchen Menschen nicht vertragen, weil sie empfindliche Haut reizt.

Durch längeres Tragen und häufige Wäsche geht die Wolle eines Teiles ihrer wertvollen Eigenschaften verlustig. Die Wollstoffe laufen ein und werden weniger porös, die Stützfasern schwinden. Diese Nachteile sind den Baumwollstoffen und Leinenstoffen nicht eigen. Man wird daher schon aus diesen Gründen dem Baumwolltrikot für die Unterkleidung den Vorzug geben. Auch Kreppstoffe aus Wolle oder Baumwolle, oder Kombinationen aus Wolle, Baumwolle, Leinen (Wellhausenstoffe) kommen in Frage. In den Tropen ist das Tragen von feinem baumwollenen Trikotgewebe auf der Haut trotz der hohen Außentemperaturen angezeigt.

Hat man eine hygienische Unterkleidung gewählt, so darf man den dadurch gewonnenen Vorteil nicht wieder durch die darüber gezogene unzweckmäßige Oberkleidung verloren gehen lassen. Die Kleidung muß also, von besonderen Verhältnissen abgesehen, homogen sein (Rubner). Daher muß auch die Oberkleidung, je nach den Temperaturverhältnissen wechselnd an Dicke, ebenfalls möglichst luftdurchlässig sein. Dieser Forderung genügen bei der modernen Männerkleidung eigentlich nur die aus ungefüttertem Loden hergestellten Anzüge und die ungefütterten Beinkleider. Die zum Füttern von Weste und Rock benutzten glattgewebten

Stoffe sind wegen ihrer geringen Durchlässigkeit unvorteilhaft. Nicht viel anders steht es meistens mit der über dem Unterzeug getragenen Zwischenkleidung. Die aus glattgewebten Stoffen bestehenden Hemden sind, namentlich in gestärktem und geplättetem oder appretiertem Zustand, so gut wie undurchlässig für die Luft. Es besteht hier zwischen hygienischer Anforderung und Mode noch ein gewisser Zwiespalt, der nur deshalb nicht so ins Gewicht fällt, weil der modisch gekleidete Mann kein körperlich angestrengt tätiger Mensch zu sein pflegt und in der Ruhe oder bei mäßiger Körperbewegung auch eine unhygienische Kleidung erträglich ist.

Gewisse Berufe bedürfen der glattgewebten baumwollenen oder leinenen, in weißen Farben hergestellten Stoffe zur Oberkleidung und auch bei hoher Außentemperatur, zumal in den Tropen, ist dieselbe schwer zu umgehen, da dunkle Stoffe die Wärmestrahlen zu stark absorbieren. Weiße und gelbe Stoffe reflektieren die Wärmestrahlen am stärksten. Das gleiche gilt von der Haut. Schwarze Negerhaut reflektiert nur etwa halb so viel Wärme wie weiße.

Alle Berufe, bei welchen es nötig ist, die eingehaltene Reinlichkeit stets auch äußerlich erkennen zu lassen (Barbiere, Personal der Speisewirtschaften usw.) benötigen ebenfalls helle, am besten weiße Kleidung. Auch diese — wenigstens soweit Arbeitskleidung in Frage kommt und nicht Luxuskleidung — ist meist nur unter den glattgewebten und daher minder durchlässigen Stoffen zu finden. Die glattgewebten Stoffe sind keine Staub- und Bakterienfänger und eignen sich auch aus diesem Grunde besonders als Kleidung für Ärzte, Krankenpfleger usw. Leinenstoffe sind im allgemeinen glatter als Baumwollstoffe und daher vorzuziehen.

Man sieht also, daß es bei der Kleidungshygiene ohne Zugeständnisse nicht abgeht.

E. Unzweckmäßige Kleidung.

Unzweckmäßige Gewohnheiten in der Bekleidung gibt es sowohl beim Manne wie bei der Frau, ja man kann sagen, daß, vom Korsett abgesehen, die moderne Männerkleidung mehr Unzweckmäßiges aufweist als die moderne Frauenkleidung.

Zunächst ist es die namentlich im Sommer stattfindende Überwärmung der Brust und des Halses, welche die übliche männliche Kleidung mit sich bringt und die Tatsache zum Teil erklärt, daß Männer durchschnittlich Erkältungen mehr zuneigen als die Frauen, welche Hals und Brust freier tragen.

Die gestärkten Vorhemden sind natürlich ganz zu verwerfen, die hohen Kragen desgleichen. Auch über die Unbrauchbarkeit der Futterstoffe ist oben bereits gesprochen worden.

Die schädlichen Wirkungen des Korsetts für den weiblichen Körper sind so bekannt, daß ihre Erwähnung fast überflüssig erscheint. Die verflachte Atmung und der durch sie bedingte mangelhafte Gaswechsel des Blutes, die Verlagerung der Baucheingeweide nach unten und die sie begleitenden nervösen Störungen, die Erschlaffung der Bauchdecken, der Druck auf die Leber, der zu der so charakteristischen Schnürleberbildung und im weiteren Gefolge zu den beim weiblichen Geschlecht besonders häufigen Erkrankungen der Gallenblase (Gallensteine, Karzinom)

führt, die Störung der Blutzirkulation im ganzen Pfortadersystem, die Stauungen in den inneren Geschlechtsorganen und deren Verlagerung sind die wesentlichsten Folgen. Durch den Korsettdruck atrophieren auch die Rückenmuskeln.

Statt der Korsetts müssen nichtdrückende Mieder (es gibt sehr zahlreiche Korsettersatzeinrichtungen) getragen werden. Die Last der Kleider bei der Frau ist auf Hüften und Schultern gleichmäßig zu verteilen. An Stelle zahlreicher Unterröcke, welche zu schwer wiegen, tritt am besten das Rockbeinkleid aus durchlässigem Stoff mit einknöpfbaren waschbaren Unterbeinkleidern. Ebenfalls hygienisch empfehlenswert sind die „Combinations", d. h. Hemd und Unterbeinkleid, Mieder und Rockbeinkleid usw. in einem Stück.

Das Befestigen der Unterkleidung durch Binden ist zu verwerfen. An Stelle der Bänder treten besser Knöpfe, Patenthakenbänder u. a.

Mit gesundheitsschädlichen Farben gefärbte Kleiderstoffe kommen heutzutage selten vor, da die Anilinfarben giftfrei (z. B. arsenfrei) hergestellt werden können. Antimonhaltige Kleidungsstücke sind früher öfter beobachtet worden. Sie können zu Reizungen der Haut führen. Zum Imprägnieren von Kleidungsstoffen gegen das Verbrennen ist das Zinnoxyd empfohlen worden.

Kleider bilden bekanntlich leicht Schlupfwinkel für Parasiten, im besonderen für die Kleiderlaus und die Krätzmilbe. Auch der Infektionsstoff der akuten Exantheme haftet ziemlich fest an den Kleidern. Dies ist zu beachten beim Erwerb getragener Kleidungsstücke. Solche sollten daher unter Umständen zunächst einer Entlausung oder Desinfektion unterworfen werden.

F. Fußbekleidung.

Als Schutzkleidung für Hände und Füße benutzen wir das Leder. Leder hat ein Wärmeleitungsvermögen ähnlich wie die Trikotstoffe. Trotzdem sind z. B. lederne Handschuhe zur Abwehr des Frostes im Winter, weil sie sich der Hand eng anschmiegen, nicht zweckmäßig. Bei der Fußbekleidung spielt das Leder hauptsächlich die Rolle einer Schutzdecke. Die Bekleidung der Füße mit Strümpfen stellt den eigentlichen Kälteschutz vor. Die Strümpfe bilden zugleich beim Gehen ein elastisches Polster.

Der Schnitt des Schuhwerks, ebenfalls von der Mode abhängig, entspricht meistens nicht dem normalen anatomischen Bau des Fußes, sondern führt zu abnormen Verkrümmungen der Gelenke und zu einer Übereinanderlagerung der Zehen.

Der normale Fuß ist nicht symmetrisch zu einer Achse gebaut, sondern asymmetrisch. Der innere Fußrand ist länger als der äußere. Die Achse des Fußes ist durch die sog. Meyersche Linie gekennzeichnet. Sie verbindet die Mitte des Hackens mit der Mitte der großen Zehe, indem sie diese der Länge nach halbiert. Dementsprechend müßte auch die Sohle des Schuhwerks geschnitten werden. Hierzu setzt man den Fuß auf einen Bogen weißen Papieres, auf welchem die Meyersche Linie durch einen Strich markiert ist. Der Fuß wird jetzt so auf diesen Strich gesetzt, daß er, die große Zehe halbierend, die Mitte der Ferse durchschneidet. Nun umzieht man die Konturen des Fußrandes mit Bleistift.

Unzweckmäßiges Schuhwerk führt teils zu einer partiellen Schwielenbildung durch Druck (sog. Hühneraugen), teils zu Verkrüppelung des Fußes in seiner horizontalen Fläche, teils zu einer Deformation des Fußgewölbes und damit zum Plattfuß, an dessen Entstehung übrigens auch unzweckmäßiges Gehen und Stehen (Fußspitze nach außen) mitwirken. Die Pflege der Füße ist militärhygienisch von besonderer Wichtigkeit.

Der Plattfuß wird am einfachsten durch den Sohlenabdruck (angefeuchtete Sohle auf den Fußboden, geschwärzte Sohle auf ein Stück weißes Papier aufgesetzt) erkannt. Der normal gewölbte Fuß (Abb. 98) berührt den Boden nur mit der Ferse, dem Groß- und Kleinzehenballen und einer schmalen Verbindungsbrücke zwischen diesem und der Ferse. Beim Plattfuß berührt der Fuß fast ganz oder völlig mit der Sohle den Boden. Mit Plattfuß Behaftete ermüden rasch beim Gehen. Personen, welche in ihrem Berufe viel stehen müssen, leiden häufig an erworbenem Plattfuß.

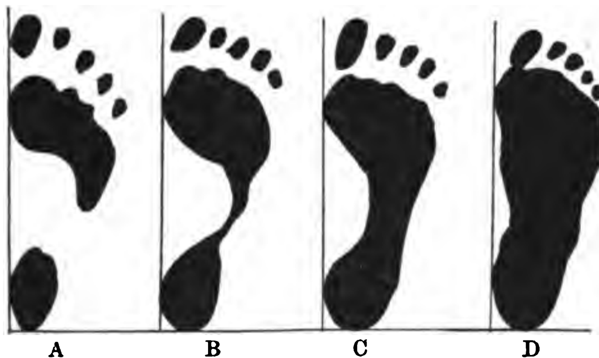


Abb. 98. Verschiedene Formen von Fußabdrücken. Nach Treves-Keith-Mülberger. A und B Normale Füße mit hoher Wölbung. C Normaler Fuß mit niedriger Wölbung. D Plattfuß.

Was den Schließmechanismus des Schuhwerks anlangt, so verdient der Schnürschuh stets den Vorzug vor anderen Schlußarten.

Das Schuhwerk wird zur Erleichterung des Ganges mit Absätzen versehen, deren Höhe von wesentlicher Bedeutung für die Ermöglichung leichten und schnellen Ausschreitens ist. Zu niedrige Absätze machen den Gang schwerfällig, zu hohe Absätze lassen den Fuß nach vorn gleiten, verursachen dadurch eine Verkrümmung der Zehen und machen zudem den Gang unsicher.

Beim Strumpf soll der Fußteil sich rechtwinklig an die Beinlänge ansetzen, nicht im spitzen Winkel.

Bei der schlechten Ventilation, welche das Schuhwerk im allgemeinen besitzt, wird der Fuß leicht feucht. Eine übermäßige Transpiration führt zur Schweißfußbildung. Besonders in diesen Fällen ist die Bekleidung des Fußes mit Wolle (dünnere Wollstrümpfe im Sommer, dickere im Winter) der mit Baumwolle vorzuziehen.

Ringförmige, den Schenkel einschnürende Strumpfbänder, wie sie bei Frauen noch manchmal anzutreffen sind, sind durchaus zu verwerfen. Sie führen zu venöser Stauung im Unterschenkel und sehr leicht zur Varizenbildung mit anschließenden Beingeschwüren. An Stelle der zirkulären haben senkrechte, am Mieder befestigte Haltebänder zu treten.

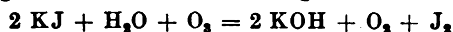
VIII. Untersuchungsmethoden.

A. Untersuchung der normalen und verunreinigten Atmosphäre.

1. Chemische Untersuchung.

a) Ozon.

Man führt den Ozonnachweis, indem man einen Strom der zu untersuchenden Luft längere Zeit über einen mit Kaliumjodidstärkekleister getränkten Fließpapierstreifen hinwegleitet. Nach der Gleichung:



$$2\ KJ + H_2O + O_3 = 2\ KOH + O_2 + J_2$$

macht das Ozon Jod frei. Dieses bläut die Stärke. Aus der Intensität der Blaufärbung und unter Berücksichtigung der vorbeigeleiteten Luftmenge läßt sich ein ungefährer Schluß auf die Menge des vorhandenen Ozons ziehen.

b) Die quantitative Bestimmung des Kohlensäuregehaltes der Luft

wird nach v. Pettenkofer maßanalytisch ausgeführt zur Beurteilung der Luftbeschaffenheit und zur Bestimmung der natürlichen Ventilation bewohnter Räume.

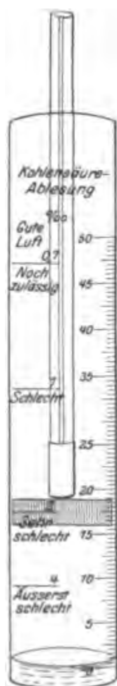
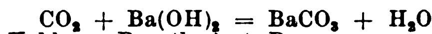


Abb. 99. Kohlensäuremesser nach H. Wolpert.

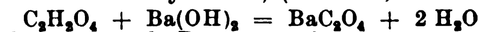
Man absorbiert aus einem, in einer ca. 5 Liter fassenden Flasche enthaltenem, bekannten Luftvolum die Kohlensäure durch Schütteln der Luft mit einer gemessenen Menge Barytwassers von bekanntem Gehalt, läßt den sich bildenden, unlöslichen kohlensauren Baryt unter Luftabschluß absetzen und bestimmt in der überstehenden klaren Flüssigkeit den eingetretenen Verlust an Barythydrat durch Titration mit einer Oxalsäurelösung von bekanntem Wirkungswert unter Benutzung von Rosolsäure oder Phenolphthalein als Indikator (Restbestimmung). Aus der Menge des durch die Kohlensäure beschlagnahmten Baryts berechnet sich unter Berücksichtigung des angewendeten Luftvolumens der Kohlensäuregehalt der Luft in Vol.-%.

Die Vorgänge werden durch folgende Gleichungen veranschaulicht:



$$CO_2 + Ba(OH)_2 = BaCO_3 + H_2O$$

Kohlensäure	Barythydrat (gelöst als Barytwasser)	Baryumkarbonat (unlöslich, fällt aus)



$$C_2H_2O_4 + Ba(OH)_2 = BaC_2O_4 + 2\ H_2O$$

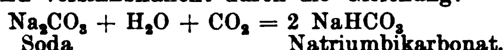
Oxalsäure als Lösung von bestimmtem Gehalt	als Barytwasser	oxalsaurer Baryt (unlöslich, fällt aus).

126 Gewichtsteile kristallwasserhaltige Oxalsäure entsprechen 44 Gewichtsteilen Kohlensäure; 2 mg Kohlensäure sind gleich rund 1 ccm Kohlensäure bei 0° und 760 mm Druck.

Für annähernde Bestimmungen kann der Wolpertsche Kohlensäuremesser (Karbazidometer, Abb. 99) benutzt werden, bei welchem eine konstante kleine mit Phenolphthalein rot gefärbte Menge von Sodalösung in einem kalibrierten Glaszylinder mit steigenden Mengen der zu untersuchenden Luft geschüttelt wird, bis alle Soda in saures kohlensaures Natron übergeführt ist, was am Verschwinden der Rotfärbung

erkennbar ist. Je mehr Luft bis zum Eintritt der Entfärbung gebraucht wird, desto kohlensäureärmer ist sie.

Der Vorgang wird versinnbildlicht durch die Gleichung:



$$\underset{\text{Soda}}{Na_2CO_3} + H_2O + CO_2 = \underset{\text{Natriumbikarbonat.}}{2\ NaHCO_3}$$

Der kleine Apparat wird von Wilh. Lambrecht in Göttingen geliefert.

c) Kohlenoxyd.

Über den Nachweis desselben vgl. die Untersuchungsmethoden beim Kapitel Sinnesorgane (S. 349 ff.).

d) Schweflige Säure

ist durch den Geruch erkennbar.

Qualitativ wird sie durch Papier, getränkt mit einer Lösung aus 0,1 g Kaliumjodat und 1 g lösl. Stärke in 100 ccm Wasser nachgewiesen, welches sich durch schweflige Säure bläut; quantitativ, indem man die Luft durch titrierte Jodlösung leitet



$$SO_2 + 2\ H_2O + 2\ J = 2\ HJ + H_2SO_4$$

und die Abnahme des Jodgehalts durch Titration mit Natriumthiosulfatlösung feststellt.

e) Schwefelwasserstoff

ist erkennbar an seinem Geruch, sonst durch Schwarzfärbung von feuchtem, mit 12%igem Bleiazetat getränktem und dann Ammoniakdämpfen exponiertem Filtrierpapier (Bildung von Schwefelblei). Die Empfindlichkeit beträgt, je nach Art der Herstellung des Reagenzpapiers, 1 Teil H_2S auf 1—10 Millionen Teile Luft.

f) Arsenwasserstoff

ist erkennbar an seinem Knoblauchgeruch. Die Prüfung auf Arsen erfolgt gewöhnlich im Marshschen Apparat durch den Versuch, einen „Arsenspiegel" zu erzeugen. Das als Spiegel an den kalten Teilen aus dem Arsenwasserstoff ausgeschiedene Arsenmetall ist in unterchlorigsaurem Natron löslich (Unterschied gegen Antimon, Anwesenheit von seleniger Säure stört). Die kleinste mittels der Marshschen Probe eben noch feststellbare Arsenmenge (As_2O_3) ist auf $^1/_{100}$ mg zu veranschlagen. Etwa die gleiche Empfindlichkeit zeigt der biologische Arsennachweis nach Gosio. Man läßt Penicillium brevicaule auf einem Nährboden wachsen, welchem die auf Arsen zu prüfende Lösung beigemischt ist. Ist Arsen vorhanden, so bildet sich der deutliche Geruch nach Arsenwasserstoff aus. Noch empfindlicher ($^1/_{1000}$ mg As_2O_3) ist die Gutzeitsche Reaktion, bei welcher der Arsenwasserstoff auf ein mit Silbernitratlösung (1: 1) befeuchtetes Filtrierpapier einwirkt und hier eine gelb gefärbte Doppelverbindung bildet. Indessen geben Phosphorwasserstoff, Antimonwasserstoff und Schwefelwasserstoff ähnliche Färbungen.

g) Chlor und Salzsäure

sind erkennbar an dem charakteristischen Geruch. Sie machen aus Jodkaliumlösungen Jod frei. Salzsäuredämpfe fällen aus Silbernitratlösung Chlorsilber.

h) Ammoniak

ist erkennbar an dem stechenden Geruch. Es bildet bei Gegenwart von Salzsäuredämpfen weiße Nebel von Chlorammonium. Quantitative Bestimmung vermittels Durchleiten der Luft durch titrierte Schwefelsäure, deren Titerabnahme man bestimmt.

i) Gasförmige Blausäure.

Mit 3%iger alkohol. Guajakonsäurelösung getränkte und getrocknete Papierstreifen werden mit einer 1‰igen Kupfersulfatlösung befeuchtet. Cyanwasserstoff bewirkt Blaufärbung (Empfindlichkeit 0,5 mg im Liter). Chlor, Ozon, Ammoniak geben die gleiche Reaktion.

2. Untersuchung auf Schwebestoffe.

Abgesehen von dem ohne weitere Hilfsmittel erkennbaren Staub unterliegen auch die feinen Schwebeteilchen der Luft (Aitkensche Staubkörperchen, Bakterien) der hygienischen Untersuchung.

a) Staub.

Den gröberen Staub kann man in offenen Schalen, deren Boden mit Glyzerin bestrichen ist und welche eine gewisse Zeit exponiert werden, auffangen, zu Gesicht bringen und, gegebenenfalls, auch wiegen. Zur Bestimmung der Aitkenschen Staubkörperchen saugt man eine bestimmte Luftmenge in eine Zählkammer, deren beleuchteter Boden aus einer mit Quadrateinteilung versehener Glasplatte besteht (Abb. 100).

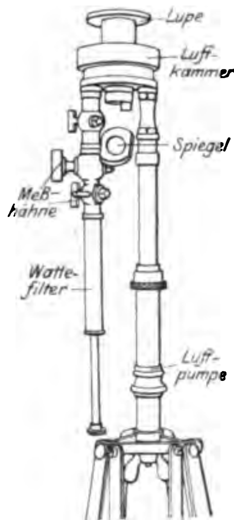


Abb. 100. Staubzähler nach Aitken.

Diese wird durch eine Lupe von oben her betrachtet. Die Luft in der Kammer wird feucht erhalten. Man verdünnt nun die Kammerluft durch Anwendung einer kleinen Luftpumpe. Um jedes Staubteilchen bildet sich dann durch Kondensation ein Wassertröpfchen, welches sich auf der Zählplatte niederschlägt. Stark staubhaltige Luft wird vor Anstellung des Versuches mit staubfreier (durch Watte filtrierter) Luft verdünnt.

b) Ruß.

Kolorimetrische Methoden sind hier die üblichen. Man saugt z. B. gemessene Luftmengen durch ausgespannte Papierfilter und beobachtet den Grad der auftretenden Verfärbung (Rubner, Renk). Benutzt man Filter von bekanntem Gewicht, so läßt sich Ruß (+ Staub) auch durch Wägung bestimmen.

Stich und Vörner fangen den Luftstaub auf einer geschwärzten glänzenden Harzmasse auf und zählen mikroskopisch die nach 10 Min. langer Exposition auf 1 qcm niedergefallenen Stäubchen.

Größere Staubmengen können mit dem von Hahn-Sedlbauer konstruierten Aspirator mit elektromotorischem Antrieb (konstruiert von Dr. Bender und Dr. Hobein, München) in einem Filter von Kollodiumwolle aufgefangen werden. Die Kollodiumwolle löst man dann in Alkohol und bestimmt die Trübung der Flüssigkeit.

c) Untersuchung des Staubes auf Bakterien (vgl. hierzu auch S. 145).

Die Untersuchung des Keimgehaltes der Luft erfolgt am besten nach der Methode von Petri-Ficker (Abb. 71), bei welcher gemessene Luftmengen durch sterilisierte Glaskörnchen gesaugt und letztere, mit Nährgelatine oder Nähragar vermischt, zu Platten ausgegossen werden. Man stellt dann nach gewisser Zeit durch Auszählen der gewachsenen Kolonien den Keimgehalt fest.

Auch das Gipsplattenverfahren von A. Müller kann für die Bestimmung des Keimgehaltes der Luft herangezogen werden.

Gelegentlich prüft man auch auf Tuberkelbazillen, Eitererreger, Milzbrandsporen, Tetanussporen im Tierversuch durch subkutane oder intraperitoneale Injektion des Staubes.

3. Untersuchung der physikalischen Eigenschaften der Atmosphäre.

a) Die Lufttemperatur

wird durch Volumveränderungen von Flüssigkeiten, Gasen oder Metallen gemessen, gewöhnlich durch das hundertteilige Quecksilberthermometer.

Bei allen wissenschaftlichen Untersuchungen sind nur Thermometer zu verwenden, welche vorher auf ihre Richtigkeit geprüft worden sind.

Zur Messung der Lufttemperatur muß das Thermometer so aufgehängt werden, daß es nicht nur vor der unmittelbaren Sonnenbestrahlung und vor atmosphärischen Niederschlägen geschützt ist, sondern auch vor der Ausstrahlung größerer, anders temperierter Gegenstände der Umgebung. Dagegen muß es etwaigen Luftbewegungen zugängig sein. Am besten hängt es also mindestens 2 m über dem Boden und mindestens 20 cm von einer nach Norden gelegenen Wand entfernt, gegen Regen geschützt.

Genauere Messungen lassen sich mit dem Aßmannschen Aspirationspsychrometer (s. Luftfeuchtigkeit) anstellen.

Wenn innerhalb eines gewissen Zeitraumes die höchste und niedrigste der eingetretenen Temperaturen festgestellt werden soll, muß das Maximum- und Minimumthermometer (Extremthermometer) angewendet werden. Den gleichen Zweck erreicht man mit den selbstregistrierenden Thermometern (Thermographen).

Die gebräuchlichsten Maximum-Minimumthermometer sind das von Rutherford angegebene und das Thermometer nach J. Six (Abb. 101). Das erstere besteht aus zwei getrennten Thermometern, eines mit Quecksilberfüllung mit einem vor dem Faden gelagerten Stahlstäbchen zur Messung des Maximums und eines mit Alkoholfüllung mit einem als Index dienenden Glas- oder Emailstäbchen zur Messung des Minimums.

Das Sixsche Thermometer ist U-förmig gestaltet mit Erweiterungen an den freien Enden. Der untere Teil der Röhre enthält Quecksilber, der übrige Teil Alkohol bzw. Alkoholdampf. Zwei in den Kapillaren befindliche Stahlstäbchen dienen als Index.

Andere Konstruktionen rühren her von Fueß u. a.

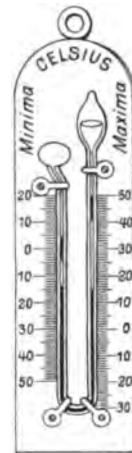


Abb. 101. Maximum-Minimum-Thermometer.

Die verschiedene Ausdehnung der Metalle zur Temperaturmessung wird hauptsächlich bei der Konstruktion von Registrierinstrumenten benutzt.

Man lötet Metalle (in Streifenform) von verschiedenen Ausdehnungskoeffizienten zusammen, z. B. Eisen und Messing. Bei einer Temperaturänderung muß dann eine Krümmung des Streifens erfolgen oder, wenn die Streifen nicht zusammengelötet waren, eine Verschiebung. Beide Bewegungen lassen sich auf eine Zeigervorrichtung übertragen und dadurch meßbar machen.

Zu gleichem Zweck kann man auch eine aus sehr dünnem Blech hergestellte gebogene Röhre mit linsenförmigem Querschnitt verwenden (Bourdonsche Röhre), die mit Alkohol gefüllt und verschlossen wird. Bei Erwärmung (Ausdehnung des Alkohols) streckt sie sich, bei Abkühlung (Zusammenziehung des Alkohols), krümmt sie sich stärker.

Bei den „Thermographen" (Abb. 102) wird gewöhnlich das Prinzip der Bourdonschen Röhren angewandt. Die Änderungen der Krümmung übertragen sich auf einen Schreibhebel, welcher die Temperaturschwankungen auf einer rotierenden Trommel registriert. Die Umdrehungszeit der durch ein Uhrwerk bewegten Trommel beläuft sich entweder auf 24 Stunden oder auf 7 Tage.

Die Konstruktion der Fernthermometer, d. h. von Instrumenten, mit welchen man die Temperatur der Luft an entfernten Punkten

ablesen kann, beruht teils auf der Tatsache, daß in einem metallischen Leiter der Widerstand mit Erhöhung der Temperatur wächst und umgekehrt, so daß man an dem verschiedenen Ausschlag eines Galvanometers die Temperaturschwankungen erkennen kann, teils auf thermo-

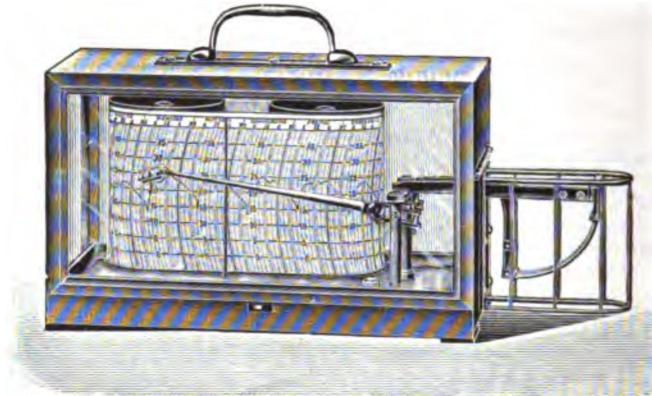


Abb. 102. Thermograph von O. Bohne - Berlin.

elektrischen Wirkungen, auf der Veränderung des Luftdruckes eines eingeschlossenen Luftvolumens mit der Temperatur usw. (Vgl. S. 188.)

Zur Bestimmung der Sonnenscheinzeit dienen Sonnenscheinautographen.



Abb. 103. Sonnenscheinautograph. (Nach Campbell - Stokes.)
A = Kugelschale zur Aufnahme des Papierstreifens P. b = Einstellungsvorrichtung mit Skala t. c = Fuß. s = Fixierschraube.

Der bekannteste und einfachste ist der von Campbell-Stokes angegebene (Abb. 103). Er besteht aus einer Glaskugel, welche die Sonnenstrahlen auf einem dahinter befindlichen, mit Stundeneinteilung versehenen Papier-Streifen konzentriert, so daß das Papier an dieser Stelle versengt oder verfärbt wird. v. Esmarch benutzt in seinem Apparat lichtempfindliches photographisches Papier, welches auf einer

Trommel sich an einem von der Sonne belichtbaren Spalt vorbeidreht (konstruiert von R. Fueß - Steglitz). An der Intensität der Schwärzung läßt sich erkennen, ob diffuses oder Sonnenlicht eingewirkt hat.

Ähnlich ist der Sonnenscheinautograph von Jules Richard konstruiert.

Zur Messung der Intensität der Sonnenstrahlung benutzt man ein Thermometer, dessen geschwärzte Kugel in eine luftleere Glashülle eingeschlossen ist (Insolationsthermometer), eventuell mit Maximalthermometereinrichtung. Durch Vergleich mit einem Thermometer mit blanker Kugel, an welcher die Sonnenstrahlen reflektiert werden, läßt sich annähernd die Intensität der Sonnenstrahlung durch Differenzrechnung feststellen.

Zur Messung strahlender Wärme kann auch das Langleysche Bolometer dienen. Bei diesem Instrument wird die Veränderung des elektrischen Widerstandes, welche ein Draht durch Bestrahlung erleidet, durch ein Galvanometer gemessen. Weitere Instrumente sind das Angströmsche Pyrheliometer und das Michelsonsche Aktinometer, bei welchem die unter dem Einfluß der Bestrahlung erfolgende Verbiegung einer aus Eisen und Nickelstahl bestehenden dünnen geschwärzten Lamelle mittels eines Mikroskops mit Okularmikrometer gemessen wird. Die ultraviolette Komponente des Sonnenlichts kann mit Elster und Geitels Kalium- und Zinkkugelphotometer festgestellt werden.



Abb. 104. Kleines Anemometer mit Schalenkreuz (Tascheninstrument).

b) Luftbewegung.

Ein selbstregistrierender einfacher Windrichtungsanzeiger ist von E. v. Esmarch angegeben worden (konstruiert von Gebr. Ruhstrat in Göttingen). Die Windgeschwindigkeiten bzw. der Winddruck werden gemessen durch das Robinsonsche Schalenkreuzanemometer (Abb. 104), welches aus 4 Halbkugelschalen besteht, die in 90° Abstand voneinander an den Enden eines Kreuzes angeordnet, an diesem um eine Achse rotieren. Die Drehung wird auf ein Zählwerk übertragen. Auf dem Zifferblatt des Zählwerks kann die Windgeschwindigkeit gewöhnlich unmittelbar in Metern abgelesen werden.

Für Messungen von Windgeschwindigkeiten bei Ventilationsanlagen usw. (Anemometer für technische Zwecke) benutzt man die sehr kompendiösen Flügelradanemometer, welche schon auf sehr geringe Windgeschwindigkeiten ansprechen (Abb. 105).

Die Flügel dieser Anemometer bestehen aus Glimmer- oder Aluminiumblättchen. Die Achsen der Flügelrädchen sind in Steinen gelagert. Die Rädchen übertragen ihre Bewegungen auf ein Zählwerk, das durch einen Hebel oder durch Zug an einer Schnur ein- und ausgeschaltet werden kann.



Abb. 105. Flügelradanemometer.

Der Druck, den die bewegte Luft ausübt, kann auch durch Manometer gemessen werden.

Zur Bestimmung kleiner Windgeschwindigkeiten, sowie zur Bestimmung kleinster Druckdifferenzen (z. B. des Winddrucks in Mauern, zur Bestimmung der Lage der neutralen Zone usw.) kann man das von Recknagel angegebene Differentialmanometer oder ein ähnliches Instrument z. B. das von Krell sen. in Anlehnung an Recknagel konstruierte Mikromanometer und Pneumometer benutzen. Die Apparate werden von den Firmen Fueß-Steglitz und G. A. Schultze, Berlin-Neukölln hergestellt.



1/8 nat. Gr.

Abb. 106. Heberbarometer mit Nonius-Ablesung.

c) Instrumente zur Messung des Luftdrucks (Barometer) können zugleich als Höhenmesser verwendet werden.

Man unterscheidet Quecksilberbarometer und Metallbarometer (Aneroidbarometer). Letztere müssen erst mit Hilfe eines Quecksilberbarometers geeicht werden.

Unter den Quecksilberbarometern unterscheidet man Gefäßbarometer und Heberbarometer. Abgelesen wird die Differenz der Höhenlage des oberen und unteren Quecksilberspiegels. Wählt man, wie beim Gefäßbarometer, das untere Quecksilberreservoir, in welches die Quecksilberstandröhre eintaucht, sehr groß, so verändert sich auch bei größeren Luftdruckschwankungen die Höhenlage des unteren Quecksilberspiegels nur unwesentlich, man kann also den Stand des oberen Quecksilberspiegels ohne weiteres als Maß für den Luftdruck betrachten.

Beim Heberbarometer (Abb. 106) muß bei unbeweglichen Skalen eine doppelte Ablesung oben und unten vorgenommen und die wahre Höhe der Quecksilbersäule durch Subtraktion des einen Wertes vom anderen ermittelt werden. Bei beweglicher Skala oder Röhre stellt man vor jeder Ablesung den unteren Quecksilberspiegel auf den 0-Punkt der Skala ein.

Bei genauen Messungen müssen der Lufttemperatur entsprechende Korrekturen angebracht und die Beobachtungen auf 0° reduziert werden. Die Prüfung von Barometern erfolgt am besten durch Vergleich mit einem Normalbarometer.

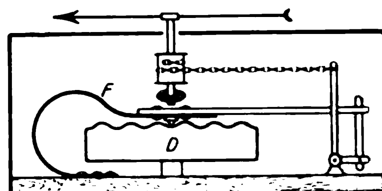


Abb. 107. Durchschnitt durch ein Aneroïd(Feder-)Barometer in Gestalt der Vidischen Dose.

Auf die mit verdünnter Luft gefüllte Dose D drückt die Feder F. Bei zu- oder abnehmendem Luftdruck senkt oder hebt sich der Dosendeckel. Diese Bewegung wird, durch ein Hebelsystem vergrößert, durch eine feine Kette auf eine Trommel übertragen, an deren Achse sich ein Zeiger über einem Zifferblatt befindet. Die Skala dieses Zifferblattes wird mit Hilfe eines Normalbarometers hergestellt. (Nach P. Schreiber.)

Bei den Metallbarometern (Federbarometern, Holosterikbarometern, Aneroidbarometern) wirkt der Luftdruck auf die eine Seite eines federnden Körpers ein; als solche werden heutzutage benutzt entweder eine evakuierte Bourdonsche Röhre (s. o.) oder die ebenfalls evakuierte Vidische Dose (Abb. 107).

Registrierende Instrumente (Barographen), welche zum Beispiel von der Firma R. Fueß-Berlin-Steglitz geliefert werden, benutzen

dasselbe Prinzip unter Anwendung der beim Thermographen kurz skizzierten Hilfsvorrichtungen (Abb. 108).

d) Luftfeuchtigkeit.

Instrumente zur Messung der relativen Luftfeuchtigkeit benutzen die Formveränderung hygroskopischer Körper (Haar, Saite, Stroh, Papier usw.) bei Aufnahme oder Abgabe von Feuchtigkeit als Indikator. Meist wird gut entfettetes blondes Menschenhaar verwendet. Das Haarhygrometer wurde 1783 von H. de Saussure erfunden und später von C. Koppe verbessert.

Solche Haarhygrometer, bei denen die Längenveränderung des ausgespannten Haares durch ein Hebelwerk auf einen Zeiger übertragen wird, welcher vor einer

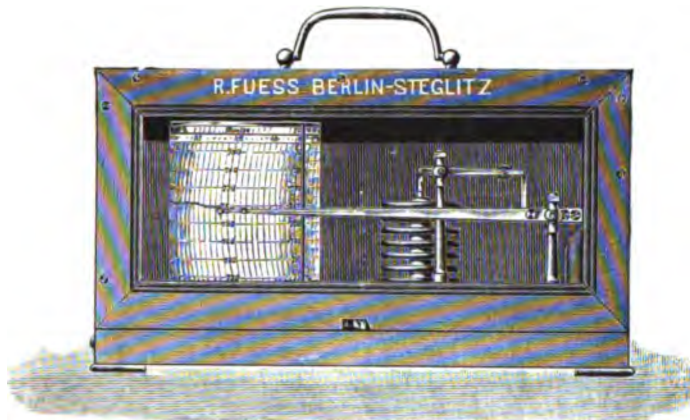


Abb. 108. Barograph.

empirischen Skala spielt (Einteilung von 0—100°/₀ relative Feuchtigkeit), bedürfen von Zeit zu Zeit der Kontrolle, die am einfachsten durch völlige Umhüllung des Instrumentes mit einem feuchten Tuche ausgeführt wird. Hierbei muß der Stand des Zeigers 100°/₀ erreichen. Andernfalls ist der Zeiger auf diese Zahl einzustellen.

Die Abb. 109 zeigt das sog. Koppesche Prozenthygrometer.

a ist die Schraube zum Justieren des Instruments, M ein mit Musselin bespannter Rahmen, welcher, mit Wasser befeuchtet, zur Kontrolle der Richtigkeit des 100-Punktes gelegentlich eingeschoben wird. R ist der dahinter einzuschiebende Verschlußdeckel, t das Thermometer.

Indirekt kann man die relative Feuchtigkeit aus der Bestimmung des Dampfdruckes ableiten. Die hierzu meist benutzten Instrumente sind die Taupunktshygrometer und die Psychrometer.

Es sei z. B. die Temperatur der untersuchten Luft 20°. Der Taupunkt wurde bei 10° gefunden. Der Dampfdruck (vgl. Tab. S. 155) beträgt bei 20° 17,36 mm Hg, bei 10° 9,14 mm. Die relative Feuchtigkeit würde sich dann berechnen $\frac{9,14}{17,36} = 0,527$ oder zu 52,7°/₀.

Das noch am meisten benutzte Taupunktshygrometer ist das nach Alluard.

Heutzutage werden für genaue Bestimmungen der Luftfeuchtigkeit gewöhnlich die Psychrometer gebraucht, d. h. Apparate, bei denen der Dampfdruck aus der Temperaturerniedrigung bestimmt wird, die eine

mit Wasser benetzte Thermometerkugel durch den Wärmeverbrauch beim Verdampfen erfährt. Der Hauptsache nach besteht das Instrument also aus zwei gut justierten, miteinander übereinstimmenden Thermometern. Das eine ist das „trockene" Thermometer, des anderen Quecksilberbehälter wird andauernd feucht gehalten durch eine Umhüllung aus Leinwand oder Musselin, welche aus einem kleinen Wasser-



Abb. 109. Koppes Prozent-Hygrometer.

behälter Feuchtigkeit nachsaugt oder auf welche Wasser tropft. Ist die zu untersuchende Luft nicht mit Wasserdampf gesättigt, so verdunstet von der feuchten Umhüllung Wasser; hierbei wird Verdunstungskälte erzeugt und das „feuchte" Thermometer sinkt. Zwischen seinem Stand und dem des trockenen Thermometers bildet sich die „psychrometrische Differenz" aus, welche naturgemäß um so größer sein muß, je geringer die relative Feuchtigkeit der untersuchten Luft ist. Mit Hilfe von Psychrometertafeln ergibt sich aus den Angaben des trockenen Thermometers und aus der Höhe der psychrometrischen Differenz die relative Feuchtigkeit in $^0/_0$. Die Temperatur

des feuchten Thermometers gibt indessen nicht den Taupunkt der untersuchten Luft an, die Verhältnisse liegen hier komplizierter.

Von ähnlichen Instrumenten zu nennen ist noch der „Daqua-Feuchtigkeitsmesser" der Firma Dannenberg und Quandt, Berlin.

Aus der Jelinekschen Psychrometertafel sind für die Temperaturen zwischen 10 und 25° C die Zahlen für die relative Feuchtigkeit in der folgenden Tabelle angegeben:

Temperatur des trockenen Thermometers ° C	Psychrometrische Differenz und relative Feuchtigkeit in %											
	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°
10	87	74	62	50	39	28	16	—	—	—	—	—
11	87	75	63	52	41	30	19	—	—	—	—	—
12	88	76	65	54	43	33	22	13	—	—	—	—
13	88	77	66	55	45	35	25	16	—	—	—	—
14	88	78	67	57	47	37	28	18	10	—	—	—
15	89	78	68	58	49	39	30	21	13	—	—	—
16	89	79	69	59	50	41	32	24	15	—	—	—
17	90	80	70	61	52	43	34	26	18	10	—	—
18	90	80	71	62	53	44	36	28	20	13	—	—
19	90	81	72	63	54	46	38	30	23	16	9	—
20	91	81	72	64	55	47	40	32	25	18	11	—
21	91	82	73	65	57	49	41	34	27	20	14	—
22	—	82	74	66	58	50	43	36	29	22	16	10
23	—	83	74	66	59	52	44	38	31	25	18	12
24	—	83	75	67	60	53	46	39	33	26	20	15
25	—	—	76	68	61	54	47	40	34	28	22	16

Die Angaben beziehen sich auf einen Luftdruck von 755 mm. Ist die psychrometrische Differenz = 0, so beträgt die relative Feuchtigkeit 100%.

Die Bestimmungen können nur genau ausfallen bei bewegter Luft, da bei ruhender Luft die Differenz zu klein gefunden wird. Man benutzt daher gewöhnlich nicht das einfache (1825 von August angegebene) Psychrometer, sondern bewegt die Luft mittels eines Windrädchens an den Thermometern vorbei (Lambrecht), oder schwingt beide Thermometer eine Zeitlang an einer Schnur oder um einen Stab als Achse durch die Luft (Schleuderpsychrometer).

Am vollkommensten ist das von Aßmann (1886) konstruierte Aspirationspsychrometer (bei R. Fueß hergestellt). Abb. 110 nebst Beschreibung ergeben das Nähere. Für diese Instrumente sind besondere Tafeln ausgearbeitet worden, da die Benutzung der Jelinekschen Zahlen bei ihnen keine genauen Werte liefern würde [1]).

Die Instrumente zur Registrierung der Luftfeuchtigkeit (Hygrographen) beruhen gewöhnlich auf dem Prinzip der Haarhygrometer und sind sonst ähnlich eingerichtet wie die Thermographen, doch gibt es auch selbstregistrierende Psychrometer (O. Bohne, R. Fueß und J. Richard). Dieselben lassen aber nur die psychrometrische Differenz erkennen.

Von sonstigen Instrumenten für lufthygienische Untersuchungen sind noch folgende zu nennen: Regenmesser in einfachster Form und mit Vorrichtungen, um auch kleine Regenmengen zu messen, sowie selbstregistrierende Instrumente,

[1]) Aspirations-Psychrometertafeln, herausgegeben vom Kgl. Preuß. Meteorol. Inst. Braunschweig 1908 (Vieweg).

so z. B. der Hellmannsche Registrierapparat (R. Fueß) und der Registrierapparat von Jules Richard-Paris.

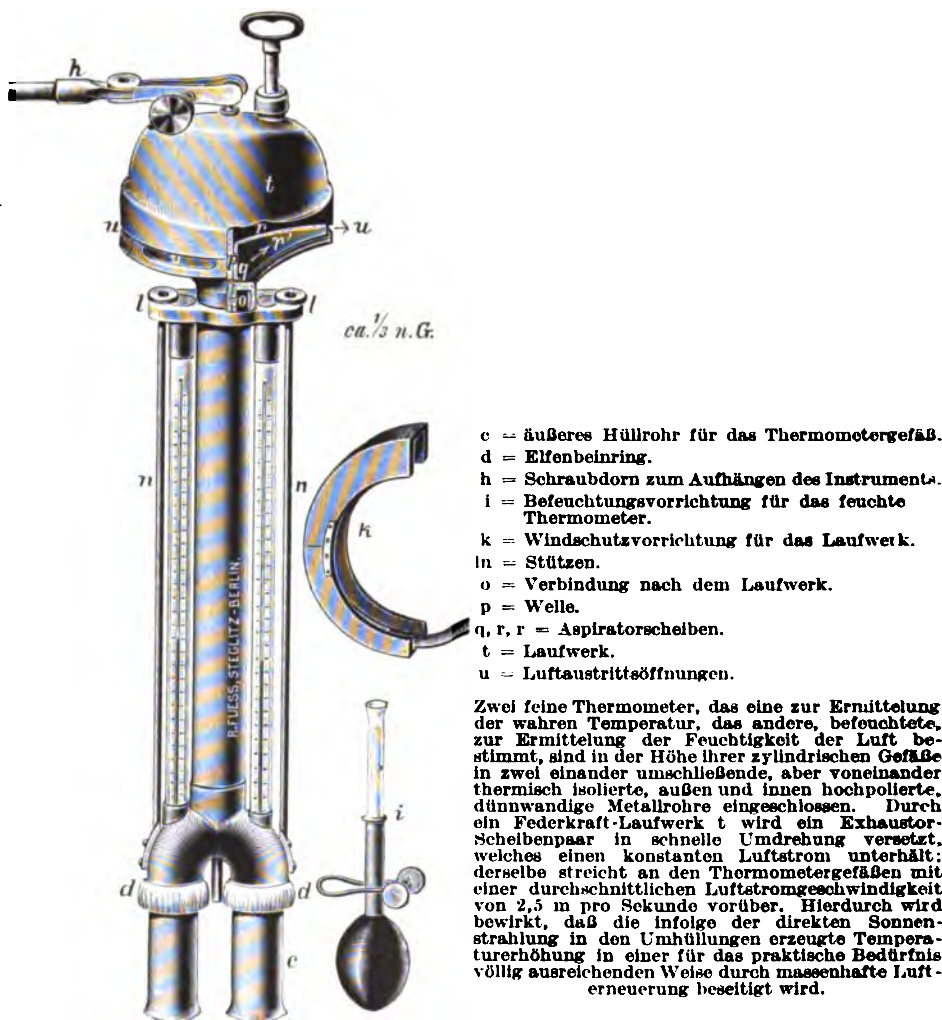


Abb. 110. Aspirations-Psychrometer. (Nach Aßmann.)

e) Luftelektrizität.

Zur Messung der Luftelektrizität dient das Exnersche Elektroskop. Es besteht aus zwei Aluminiumblättchen, die in einer mit der Erde leitend verbundenen Metallhülle isoliert angebracht sind. Sie sind isoliert mit einer Spitzenelektrode verbunden. Diese Spitze nimmt das Potential des betreffenden Punktes an, an welchem sie sich befindet. Aus dem Ausschlag der Blättchen erfährt man das Potentialgefälle.

Um die Leitfähigkeit der Atmosphäre zu messen, bedient man sich eines von Elster und Geitel konstruierten Zerstreuungsapparates. Mit Hilfe desselben läßt sich auch unter Umständen die Radiumemanation in der Atmosphäre nachweisen.

B. Untersuchung der Luft geschlossener Räume. Ventilationsbestimmung.

Zur Feststellung der Luftverderbnis in geschlossenen Räumen dient außer dem Geruchssinn die Bestimmung der vorhandenen Kohlensäure nach v. Pettenkofer (vgl. S. 160). Gute Zimmerluft hat nach v. Pettenkofer nicht mehr als 0,7‰ Kohlensäure. Die Bestimmung geschieht nach einer der unter A, 1, b genannten Methoden.

Nach Flügge soll in geschlossenen Räumen in erster Linie die Erwärmung über 21° bei einer Anhäufung von Wasserdampf über 50% relative Feuchtigkeit vermieden werden, um Gesundheitsstörungen zu vermeiden. Von diesem Gesichtspunkt aus wäre also die Beschaffenheit der Innenluft vor allem nach den unter A, 3, a und d angegebenen Methoden zu untersuchen.

Die Bestimmung der Kohlensäure muß jedoch in jedem Fall herangezogen werden, wenn es sich um die Feststellung der Größe der natürlichen Ventilation eines Raumes handelt.

Am häufigsten bestimmt man die natürliche Ventilation (nach v. Pettenkofer) so, daß man in dem zu untersuchenden Raum Kohlensäure in größerer Menge entwickelt (durch Brennen von Flammen, Ausströmenlassen von komprimierter Kohlensäure usw.), die Kohlensäurequelle dann entfernt, durch Fächer oder dergleichen die Kohlensäure mit der Zimmerluft gut vermischt und dann sogleich eine Bestimmung des Kohlensäuregehaltes nach v. Pettenkofer (Flaschenmethode) ausführt. Man überläßt dann den Raum sich selbst und macht nach $^1/_2$ und 1 Stunde eine abermalige Bestimmung der Kohlensäure. Aus der Verminderung der Kohlensäure in den angegebenen Zeiten berechnet sich, am besten nach der Seidelschen Formel $V = 2{,}303 \cdot m \cdot \log \frac{K_1 - k}{K_2 - k}$ cbm die Ventilationsgröße in Kubikmetern in der Versuchszeit. Es bedeutet m = Luftvolum des untersuchten Raumes in Kubikmetern (auszumessen), K_1 Kohlensäuregehalt der Zimmerluft bei der ersten Entnahme, K_2 desgleichen bei der darauffolgenden Entnahme, k Kohlensäuregehalt der freien Luft (gewöhnlich mit 0,35‰ in Rechnung zu setzen).

Die Ventilationsgröße V wird auf die Stunde umgerechnet. Durch Vergleich dieser Größe mit dem Luftvolumen des untersuchten Raumes ergibt sich, wie oft in der Stunde sich die Erneuerung der Luft des Raumes vollzieht.

Zur Bestimmung der künstlichen Ventilation, d. h. zur Messung der Luftgeschwindigkeiten in Ventilationskanälen bedient man sich der oben erwähnten dynamischen Anemometer. Gemessen wird 1 Minute lang an 5 verschiedenen Stellen des Kanalquerschnittes (Mitte und 4 Ecken, bzw. diametral gegenüberliegende Punkte der Kreisfläche). Das aus den verschiedenen Ablesungen berechnete Mittel der Luftgeschwindigkeit in der Sekunde, multipliziert mit dem Querschnitt in m (1 qm = 10 000 qcm), ergibt die in einer Sekunde geförderte Luftmenge in cbm.

Bei der

C. Prüfung von Heizanlagen

kommt vom hygienischen Standpunkt aus hauptsächlich die Messung von Temperatur und relativer Feuchtigkeit in Betracht. Beide werden am besten mehrere Tage hindurch mittels selbstregistrierender Instrumente beobachtet.

Auch die Oberflächentemperatur der Heizkörper wird bisweilen annähernd festzustellen sein. Gelegentlich (bei Zentralluftheizungen) kann es vorkommen, daß man eine Prüfung der Luft auf Kohlenoxyd (vgl. S. 349) vorzunehmen hat, das nämliche kann nötig werden bei lokalen Heizungen, namentlich bei eisernen Öfen, Gasheizungen usw.

D. Untersuchung der Kleidung.

Von wichtigeren Untersuchungsmethoden kommen in Betracht:
Die mikroskopische Prüfung auf die Art der Faserstoffe.

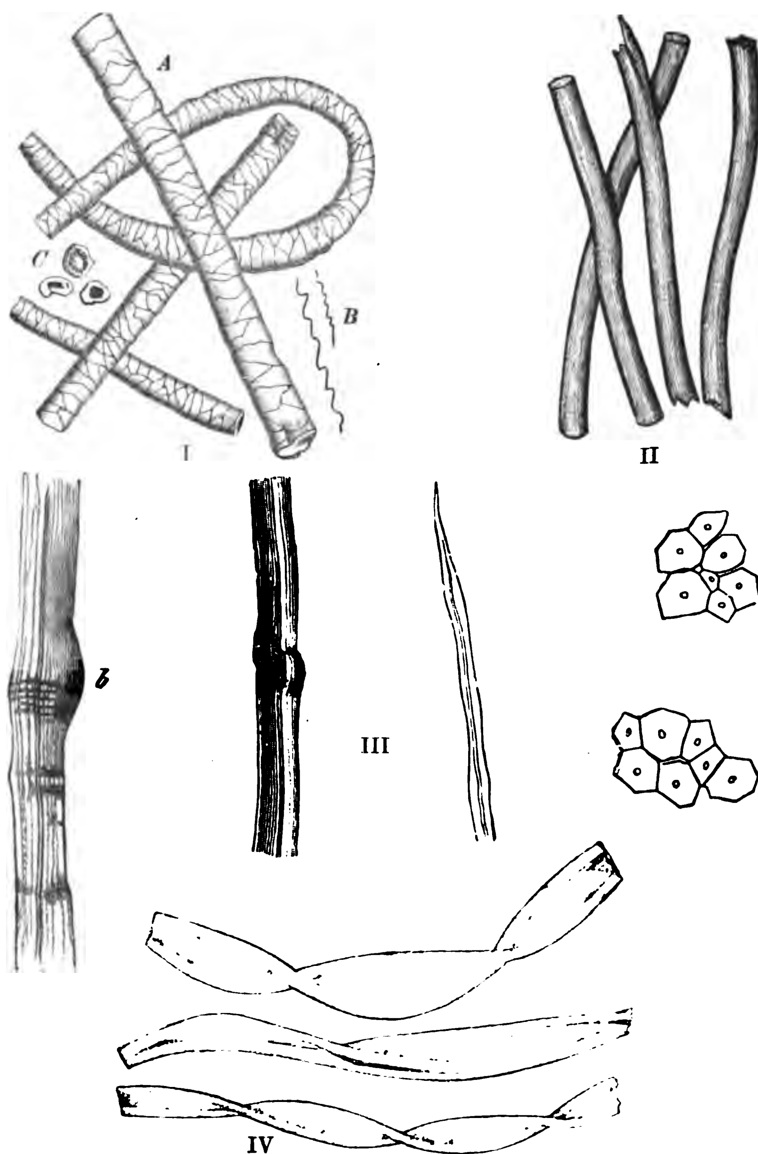


Abb. 111. Wollfasern I (A Seitenansicht, B natürl. Größe, C Querschnitt). Seidenfasern II. Flachsfasern III (b Ausbauchung. spitzauslaufende Faser und Querschnitte). Baumwollfasern IV. Vergr. 200—300fach. (Aus Hager-Mez, Das Mikroskop.)

Aus den von Appretur durch Auswaschen mit heißem Wasser befreiten Stoffen werden einzelne Fäden gezupft und, in Wasser eingeschlossen, bei etwa 300facher Vergrößerung mikroskopisch gemustert (Abb. 111).

Wollhaare sind zylindrische, mit ziegelartig sich deckenden Schuppen bedeckte, von einem Markstrang durchzogene Gebilde von 0,015—0,04 mm Dicke. Seidenfasern sind 0,008—0,024 mm dicke, walzenförmige, homogene Fäden ohne Lumen. Kunstseide sieht ähnlich aus, zeigt aber Längsstreifung. Leinenfasern (Flachs) sind hohle, dickwandige, walzenförmige 0,045—0,620 mm breite, in schmale Spitzen auslaufende Fasern. Baumwollfasern sind an ihrer plattgedrückten bandartigen Form erkennbar. Sie sind etwa 0,012—0,042 mm dick und zeigen eine am besten im polarisierten Licht erkennbare Torsion in der Längsachse.

Tierische und vegetabilische Fasern lassen sich ohne weiteres durch die Brennprobe voneinander unterscheiden. Wolle und Seide riechen angezündet nach verbranntem Horn, vegetabilische Fasern nach verbranntem Papier.

Desgleichen kann eine chemische Prüfung gewisse Aufschlüsse geben: Animalische Fasern lösen sich in 10%iger heißer Kalilauge auf, pflanzliche Fasern nicht.

Die Dicke der Kleidungsstoffe wird mit dem Rubnerschen Sphärometer (Abb. 112) wie folgt gemessen:

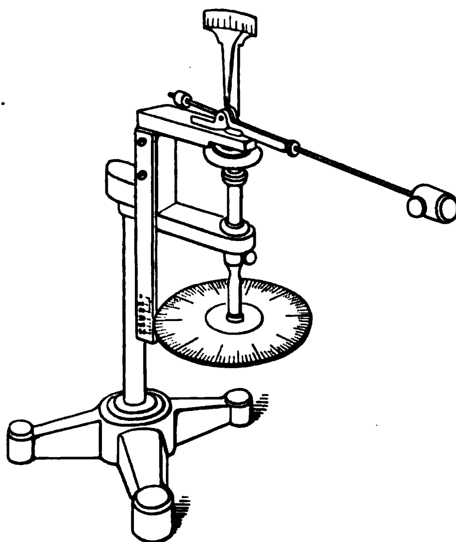


Abb. 112. Dickenmesser (Sphärometer). (Nach Rubner.)

Das zu messende Gewebe wird zwischen die beiden im oberen Teil des Instrumentes sichtbaren Plättchen gebracht, deren oberes mit dem mit einer Zeigevorrichtung versehenen horizontalen Hebelarm, deren unteres mit einer Mikrometerschraube verbunden ist. Ihre Umdrehungen werden an der unteren, in 100 Teile geteilten Scheibe (ein Skalenteil = 0,005 mm) gemessen. Vor und nach dem Einlegen der Probe muß der Zeiger in der Mitte der oberen Skale stehen. Durch das am Hebelarm verschiebbare Laufgewicht läßt sich die Dicke der Stoffe bei verschiedener Belastung feststellen.

Das Flächengewicht wird auf 100 qcm berechnet.

Das spezifische Gewicht ergibt sich aus dem Ansatz:

$$\text{Sp. G.} = \frac{\text{Flächengewicht (100 qcm)}}{\text{Dicke in cm}}.$$

Da das spezifische Gewicht der Grundstoffe übereinstimmend zu 1,3 angenommen werden darf, läßt sich aus dem spez. Gewicht nach dem Ansatz:

$$\frac{1300 - \text{Spez. Gew.} \times 1000}{1{,}3}$$

das Porenvolumen berechnen.

Die Permeabilität der Stoffe läßt sich nach P. Schmidt dadurch bestimmen, daß man einen Luftstrom durch den über eine Kapsel gespannten zu prüfenden Stoff saugt und den Innenraum der Kapsel mit einem Differentialmanometer verbindet. Dann kann man aus dem am Manometer abgelesenen Druck auf die Durchlässigkeit Schlüsse ziehen. Die Durchlässigkeiten verschiedener Stoffe verhalten sich dann umgekehrt proportional wie die gemessenen Drucke.

Das Wärmeleitungsvermögen der Kleidungsstoffe ergibt sich aus Messungen mit dem Stefanschen Kalorimeter. Zur Ausführung der meisten vorstehend angeführten Untersuchungen der Kleidung ist das Studium der Speziallitoratur erforderlich (vgl. besonders Archiv f. Hyg. Bd. 23, 25, 31).

Bei der Prüfung auf giftige Farben ist einem etwaigen Arsengehalt besondere Aufmerksamkeit zuzuwenden (s. o. S. 211).

Literatur.

Alt, s. Dietrich und Kaminer.
van Bebber, Hygienische Meteorologie. 1895.
Berliner, Der Einfluß von Klima, Wetter und Jahreszeit auf das Seelenleben. 1914.
Börnstein, Die Lehre von der Wärme. 1907.
Brezina und Schmidt, Über Beziehungen zwischen der Witterung und dem Befinden des Menschen auf Grund statistischer Erhebungen. 1914.
Dietrich und Kaminer, Handbuch der Balneologie, medizinischen Klimatologie und Balneographie. 1. Bd. 1916. Abschnitt C: Alt, Die Physik des Klimas.
Dietz, Ventilations- und Heizungsanlagen. 1909.
Dorno, Studien über Licht und Luft im Hochgebirge. 1911.
Dove und Frankenhäuser, Deutsche Klimatik. 1910.
Emmerich und Trillich, Anleitung zu hygienischen Untersuchungen, 3. Aufl. 1902.
v. Esmarch, Hygienisches Taschenbuch. 4. Aufl. 1908.
Gramberg, Heizung und Lüftung von Gebäuden. 1909.
Hager-Mez, Das Mikroskop und seine Anwendung. 9. Aufl. 1904.
v. Hann, Lehrbuch der Meteorologie. 3. Aufl. 1913.
Heller, Mager und v. Schroetter, Luftdruckerkrankungen. 1900.
Hellpach, Die geopsychischen Erscheinungen. 2. Aufl. 1917.
Jäger, H. u. A., Hygiene der Kleidung. 1906.
Kähler, Luftelektrizität. 1913.
Köppen, Klimakunde. 1911.
Körting, Heizung und Lüftung. 2. Aufl. 1910.
Lehmann, K. B., Die Methoden der praktischen Hygiene. 2. Aufl. 1901.
Lode, Atmosphäre und das Klima im Handbuch der Hygiene von Rubner-v. Gruber-Ficker. 1. Bd. 1911.
Peters, Über die Bedeutung der klimatischen Faktoren für den gesunden Menschen. Vierteljahrsschr. f. ger. Med. 1915.
Recknagel, Lüftung und Heizung. 1915.
Reich, Leitfaden für die Rauch- und Rußfrage. 1917.
Renk, „Die Luft“, in Pettenkofer-Ziemßens Handbuch der Hygiene. 1886.
Rubner, Die Wärme und die Kleidung im Handbuch der Hygiene von Rubner-v. Gruber-Ficker. 1. Bd. 1911.
v. Schroetter, Hygiene der Aeronautik und Aviatik. 1912.
Weber, Wind und Wetter. 1910.
Wolpert, A. und W., Die Luft und die Methoden der Hygrometrie. 1898. — Die Ventilation. 4. Aufl. 1901. — Die Heizung. 1904.
Zuntz, Loewy, Müller, Caspary, Höhenklima und Bergwanderungen. 1906.

Dritter Abschnitt.

Die Hygiene der Nahrungs- und Genußmittel.

I. Physiologisch-chemische Vorbemerkungen.

A. Die Ernährung.

Bestand und Arbeitsfähigkeit des menschlichen Organismus wird nur durch eine ausreichende Nahrungszufuhr gewährleistet, da der Lebensprozeß in einer ständigen Verbrennung besteht und für die verbrannten Stoffe Ersatz geleistet werden muß. Der hungernde Organismus verbrennt seine eigene Leibessubstanz.

Die Nahrungsstoffe werden im Körper oxydiert, aber nicht jede oxydable Verbindung ist ein geeigneter Nahrungsstoff, vielmehr sind im wesentlichen nur drei Gruppen von Stoffen verwertbar: die Eiweißstoffe, die Kohlehydrate und die Fette. Unentbehrlich sind ferner für die Ernährung gewisse Salze und das Wasser, obgleich sie keine Energiespender sind. Sie decken aber die ständigen Verluste an Salzen und Wasser, die der Körper durch die Ausscheidungen erleidet. Schließlich sind die sog. „akzessorischen Nährstoffe" hier noch zu erwähnen.

1. Die Eiweißstoffe, die höchst verwickelt gebauten Hauptbestandteile der Zellen, sind gekennzeichnet durch ihren Gehalt an Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff und Schwefel. Die beiden letztgenannten Elemente fehlen den Kohlehydraten und den Fetten. Eiweißtrockensubstanz enthält etwa 50 bis 55% Kohlenstoff und rund 16% Stickstoff. Man pflegt daher den analytisch ermittelten Stickstoffgehalt der Eiweißsubstanz durch Multiplikation mit 6,25 auf Eiweiß umzurechnen. Dabei ist aber zu beachten, daß nicht aller analytisch in Nahrungsmitteln gefundener Stickstoff aus Eiweißsubstanz herrührt, sondern, besonders bei vegetabilischen Nahrungsmitteln, großen Teils auch aus Amiden und dgl. Der Schwefelgehalt beläuft sich auf im Mittel etwa 1%. Gewisse Eiweißstoffe enthalten außer den genannten Elementen auch noch Phosphor, Eisen usw. Die Eiweißstoffe sind Kolloide, d. h. ihre Löslichkeit in Wasser und verdünnten Salzlösungen ist nur eine scheinbare. Aus solchen „Lösungen" lassen sich die Eiweißkörper durch neutrale Salze, durch starken Alkohol, starke Mineralsäuren, Salze der Schwermetalle und durch Erhitzen bei schwachsaurer Reaktion ausscheiden. Das Eiweiß — außer dem durch Aussalzen abgeschiedenen — befindet sich nach der Ausfällung in koaguliertem, nicht wieder löslichem Zustande. Die Temperaturen, die eine Koagulation des Eiweißes bewirken, sind bei den einzelnen Eiweißarten verschieden. Im allgemeinen liegen sie zwischen 50 und 80°. Auch durch die sog. Alkaloidreagenzien (Essigsäure mit Ferrocyankalium, Essigsäure mit Gerbsäure usw.) wird Eiweiß ausgefällt. Chemisch sind die entsprechenden Eiweißkörper verschiedener Tierarten nicht voneinander zu trennen, obgleich das Eiweißmolekül jeder Tierart einen besonderen Bau besitzt und seine biologische Differenzierung nach der Tierart möglich ist. Die durch chemische Eingriffe oder Fermente erzeugten Spaltprodukte des Eiweißes sind Aminosäuren, von denen als Beispiele genannt sein mögen: Glykokoll, Leucin, Glutaminsäure, Histidin, Lysin, Tyrosin, Tryptophan, Cystin (schwefelhaltig).

Ihre Verkettungen untereinander werden (nach E. Fischer) als Peptide bezeichnet. Sie sind den natürlichen Peptonen ähnlich.

Man pflegt die Eiweißkörper einzuteilen 1. in die eigentlichen Eiweißstoffe, die Proteine, 2. die Verbindungen von Eiweißstoffen mit anderen Körpern, die Proteide und 3. die eiweißähnlichen Stoffe, die Albuminoide.

Die Proteine zerfallen wieder in die beiden Gruppen Albumine und Globuline, die ersteren sind löslich, die letzteren unlöslich in Wasser. Als Beispiele für die erste Gruppe seien genannt: Serumalbumin, Eieralbumin und Laktalbumin, als Beispiele für die zweite Gruppe die entsprechenden Globuline und das Myosin.

Von den Proteiden sind die hygienisch wichtigsten der Blutfarbstoff, das Hämoglobin, eine Verbindung des Eiweißes mit dem eisenhaltigen Hämatin und die Nukleoproteide, die den Hauptbestandteil der Zellkerne bildenden Verbindungen von Eiweißstoffen mit der phosphorhaltigen Nukleinsäure. Sie haben starksauren Charakter und sind in Wasser und Salzlösungen nur wenig löslich. Auch das Kasein der Milch und das Vitellin des Eidotters sind Verbindungen des Eiweißes mit phosphorhaltigen Substanzen. Sie liefern aber bei der Spaltung, im Unterschied von den Nukleoproteiden, keine Purinbasen.

Von den Albuminoiden sind als wichtigste zu nennen: die stark schwefelhaltige Hornsubstanz, das Keratin und das Kollagen, der im Bindegewebe, Knorpel und Knochen vorkommende, beim Kochen Leim liefernde Körper. Der Leim kann das echte Eiweiß als Nahrungsstoff nur teilweise (etwa zu $^1/_5$) ersetzen, da ihm einige Aminosäuren, die als wichtige Bausteine des Eiweißmoleküls zu betrachten sind (Cystin, Tryptophan, Tyrosin), fehlen. Manchen pflanzlichen Eiweißkörpern fehlen gewisse Bausteine des tierischen Eiweißes nahezu oder ganz, wie z. B. das Lysin und Histidin, während dafür andere, wie Glykokoll und Glutaminsäure, in ihnen auf Kosten anderer Aminosäuren in größerer Menge vorhanden sind. Es besteht also zwischen pflanzlichem und tierischem Eiweiß ein bemerkenswerter Unterschied.

Die verschiedene „biologische Wertigkeit“ der Nahrungsmittel ist zum Teil in dem verschiedenen Aufbau der Eiweißstoffe begründet.

Die Eiweißstoffe der Nahrung können teilweise durch ihre Spaltungsprodukte ersetzt werden, doch ist diese wissenschaftlich interessante Tatsache einstweilen praktisch noch ohne erhebliche Bedeutung.

Bei der Fäulnis liefern die Eiweißstoffe als besonders charakteristisches Produkt den Schwefelwasserstoff. Beim Verdauungsprozeß entstehen aus den Eiweißkörpern unter der Einwirkung der Fermente Pepsin und Trypsin zunächst Albumosen und die wasserlöslichen Peptone. Das Erepsin des Darmsaftes spaltet dann diese Stoffe weiter in die Aminosäuren.

2. Die Kohlehydrate. Dieser nur im allgemeinen zutreffende Name ist einer Reihe hauptsächlich im Pflanzenreich vorkommender, aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff bestehender Stoffe beigelegt worden, bei welchen die Anzahl der Wasserstoff- und Sauerstoffatome wie beim Wasser im Verhältnis von 2 : 1 steht. Es sind die Zuckerarten (Monosaccharide oder Monosen und Disaccharide oder Biosen), die Stärkemehle, das Dextrin und die Zellulose, welche man trotz des mangelnden süßen Geschmacks als Polysaccharide oder Polyosen zusammenfaßt.

Hygienisch wichtig sind unter den Monosacchariden: die Zuckerarten mit 6 Kohlenstoffatomen (Hexosen), im besonderen der Traubenzucker (d-Glukose) und der Fruchtzucker (d-Fruktose) mit den Formeln $C_6H_{12}O_6$, unter den Disacchariden mit der allgemeinen Formel $C_{12}H_{22}O_{11}$ der Rohrzucker (Saccharose), der Malzzucker (Maltose) und der Milchzucker (Laktose).

Diese Zuckerarten sind leicht hydrolytisch (d. h. unter Wasseraufnahme) spaltbar ($C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O = 2\ C_6H_{12}O_6$), und zwar liefert der Rohrzucker Glukose + Fruktose (das Gemenge heißt Invertzucker, weil es, umgekehrt wie der Rohrzucker, nach links dreht), der Malzzucker Glukose + Glukose und der Milchzucker Glukose + Galaktose.

Die Zuckerarten sind zum Teil gärfähig, d. h. sie werden durch Enzyme, welche von Mikroorganismen produziert werden, unter Gasentwicklung gespalten, so z. B. durch das Ferment der Hefe, die Zymase. Direkt gärungsfähig sind nur die Monosaccharide. So unterliegen alle Zuckerarten mit 6 Kohlenstoffatomen (Hexosen) durch Hefe der alkoholischen Gärung $C_6H_{12}O_6 = 2\ C_2H_5(OH) + 2\ CO_2$. Gleiche Wirkung üben manche Bakterien, z. B. das B. coli, das Bact. vulgare aus.

Die Disaccharide (Rohrzucker, Maltose, Milchzucker) müssen, um gärungsfähig zu werden, erst in Monosaccharide gespalten werden. Die Hefe enthält z. B.

ein Enzym, die Invertase, welche den Rohrzucker zunächst in Glukose und Fruktose überführt.

Polysaccharide. Stärke wird durch Kochen mit verdünnten Säuren oder durch diastatische Fermente in Zucker übergeführt. Zwischenprodukte im ersteren Fall sind die Dextrine.

Es entsteht beim Kochen mit Säuren d-Glukose, bei der Einwirkung diastatischer Fermente (Diastase, Ptyalin des Speichels, pankreatischer Saft) dagegen hauptsächlich Maltose. Stärke ist in Wasser nicht löslich, sie quillt darin nur auf (Stärkekleister). Ihre Spaltprodukte sind dagegen wasserlöslich.

Im menschlichen und tierischen Körper (Leber, Muskeln) kommt das der pflanzlichen Stärke nahe verwandte Glykogen vor.

Die Zellulose (Rohfaser) ist schwieriger in Zucker überzuführen als die Stärke. Unter bestimmten Verhältnissen verfällt sie der Zersetzung durch Gärung (vgl. S. 89).

Entsprechend den aus den Hexosen unter Wasseraustritt sich bildenden Polysacchariden von der Formel $(C_6H_{10}O_5)n$ gibt es auch Polysaccharide, die aus Pentosen $(C_5H_{10}O_5)$ sich aufbauen. Diese Anhydride von der Formel $(C_5H_8O_4)n$ heißen Pentosane und sind im Pflanzenreiche (z. B. in Holz, Stroh, Kleie) weit verbreitet.

3. Die Fette. Die pflanzlichen und tierischen Fette bestehen aus den Glyzerinestern der Palmitin-, Stearin- und Ölsäure ($C_{16}H_{32}O_2$, $C_{18}H_{36}O_2$ und $C_{18}H_{34}O_2$). Der mittlere Kohlenstoffgehalt der Fette beträgt rund 75%, ist also recht beträchtlich. Die Fette lassen sich leicht durch Sieden mit Alkalilaugen in Glyzerin und fettsaures Alkali spalten. Der Vorgang wird Verseifung genannt. Seifen sind also wasserlösliche fettsaure Alkalien. Eine ähnliche Spaltung der Fette erfolgt auch durch gespannten Wasserdampf und durch gewisse Fermente der Verdauungssäfte.

Das im Inlande gewonnene Fett war bisher größtenteils tierischen Ursprungs. Von einheimischen Ölfrüchten sind Raps, Rübsen, Mohn die wichtigsten. Die Samen dieser Gewächse enthalten bis zu 50% fettes Öl. Auch die Bucheckern mit 25—38% Fett sind zur Ölgewinnung herangezogen worden, desgleichen Fruchtkerne aller Art. Da in den letzten Friedensjahren der Gesamtverbrauch an pflanzlichen und tierischen Fetten im deutschen Reiche rund 2 Millionen Tonnen betrug, von welchen mehr als die Hälfte aus dem Auslande bezogen wurde, haben lebhafte Bestrebungen, die Fettgewinnung durch vermehrten Anbau der Ölfrüchte zu steigern, in Deutschland eingesetzt.

Fette sind unlöslich in Wasser, dagegen löslich in Äther, Chloroform, Benzol u. a. Aus diesem äußeren Grunde hat man alle aus den Körperzellen mit Äther extrahierbaren Stoffe als Lipoide (τὸ λίπος das Fett) bezeichnet, obgleich sie zum Teil mit den Fetten nichts zu tun haben. In diesen Ätherextrakten finden sich neben echtem Fett: Cholestearin und die sog. Phosphatide, d. h. Verbindungen von Glyzerin, Phosphorsäure, basischen Stoffen und Fettsäuren, unter denen das Lecithin, ein in allen Zellen, in besonders großen Mengen im Eidotter vorkommender Stoff, das bekannteste ist. Durch besondere Verfahren lassen sich Öle und Trane in feste Fette überführen (Gehärtete Fette).

4. Salze. Alkalien und alkalische Erden, besonders in Form der kohlensauren und phosphorsauren Verbindungen, sowie Kochsalz sind für die Ernährung unerläßlich. Desgleichen Eisen, das gewöhnlich in organischer Bindung dem Körper einverleibt wird. Es beträgt der tägliche Verlust an Kochsalz beim Erwachsenen durch den Harn 10—15 g, die Menge der ausgeschiedenen Phosphate (P_2O_5) 1—5 g. Ein großer Teil der alkalischen Erden geht in die Fäzes über.

5. Wasser. Der menschliche Körper besteht zu 65—70% aus Wasser. Das natürliche Wasser enthält Gase und Salze gelöst, von denen Kohlensäure, Chloride und Kalksalze für die Ernährung am bedeutsamsten sind.

Die Verdauung besteht in einer Überführung der meist wasserunlöslichen Nahrungsstoffe in wasserlösliche Formen. Diese Überführung erfolgt durch die Tätigkeit spezifischer Fermente (Enzyme), d. h. von katalytisch wirkenden Stoffen, die befähigt sind, bestimmte chemische Zersetzungen einzuleiten oder zu beschleunigen, ohne selbst dabei zerstört zu werden. Sie sind meist Sekrete der Drüsen des Verdauungskanals oder Produkte von Mikroorganismen. Die bei der Verdauung tätigen Fermente des Speichels, des Magensaftes, des pankreatischen Saftes und des Darmsaftes entfalten diastatische (verzuckernde), Eiweiß

und Fett spaltende Wirkungen. Die Galle führt außerdem die durch Spaltung entstandenen Fettsäuren in wasserlösliche Formen über.

Auch die Hormone (Produkte der Drüsen mit innerer Sekretion) stehen in Beziehung zum Stoffwechsel.

Die Resorption des Wassers und der Salze erfolgt ohne Umwandlung, alle Kohlehydrate werden schließlich in Form der Monosaccharide, Eiweiß in Form der Aminosäuren, Fette in Form von Glyzerin und löslich gemachten Fettsäuren resorbiert. Der Wiederaufbau des Eiweißes aus den Aminosäuren erfolgt wahrscheinlich, der der Fette sicher in der Darmwand. Die Zerlegung des Eiweißes bis in seine Bausteine, die Aminosäuren, ermöglicht es dem Körper, sich sein **arteigenes** Eiweiß aus der Nahrung aufzubauen.

Soweit sie nicht der Verbrennung unmittelbar anheimfallen, dienen die resorbierten Eiweißstoffe zum Aufbau und Ersatz der abgenutzten Körperzellen, das Fett wird im Gewebe abgelagert, der Zucker in der Leber in Glykogen umgewandelt.

Der Aufenthalt der Nahrungsstoffe im Magendarmkanal bis zur Ausscheidung der unverdaulichen Schlackenstoffe beträgt, je nach Beschaffenheit, 4—96 Stunden. Am schnellsten erscheinen die Schlacken grober Gemüse wieder, die des Brotes etwa nach 14—31 Stunden, am längsten verweilen die unresorbierbaren Fleischbestandteile im Magendarmkanal. Der „Sättigungswert" einer Nahrung ist die Zeit, während welcher sie die Verdauungsorgane in Anspruch nimmt.

Die Resorption der assimilierbar gemachten Nahrungsstoffe erfolgt größtenteils in Dünndarm, die des Wassers hauptsächlich im Dickdarm.

B. Nahrungsbedarf, Nahrungsmittel und Auswahl der Nahrung.

Je nach der Qualität der Nahrungsstoffe, ihrem Brennwert und ihrer Resorbierbarkeit ist der Nahrungsbedarf verschieden. Die Nahrungsstoffe können sich im allgemeinen gegenseitig entsprechend ihrem Brennwerte vertreten (Rubners Gesetz der Isodynamie 1883), doch lassen sich die Eiweißstoffe nicht völlig durch Kohlehydrate und Fette ersetzen, da ein gewisses Minimum von Eiweißstoffen unentbehrlich zum Aufbau des Körpergewebes ist und zwar nach Rubner entsprechend 4—6% der Gesamt-Kalorien für den Ruhezustand bei mittlerer Temperatur. Diese Menge nennt Rubner die „Abfallsquote". Sie ist bedingt durch die normalen Verluste der Körperzellen. Das Eiweiß nimmt also in der Ernährung eine Sonderstellung ein. Neuerdings vertreten einzelne Autoren die Ansicht, daß auch das Fett sich in der Nahrung nicht völlig durch Kohlehydrate ersetzen ließe, besonders beim wachsenden Organismus, doch ist dieser Punkt noch strittig.

Über die Größe des sog. Eiweißminimums vom praktischen Standpunkt aus wird weiter unten noch zu sprechen sein.

In der Berthelotschen Bombe verbrannt, liefert 1 g trockenes Eiweiß 5,7—5,9, 1 g Fett etwa 9,4 und 1 g Kohlehydrat (Stärke, Zucker usw.) 3,7—4,2 große Kalorien (Brennwert).

Im Körper verbrennen aber nur Kohlehydrate und Fette vollständig bis zu Kohlensäure und Wasser, Eiweißstoffe dagegen nur unvollständig bis zum Harnstoff, welcher selbst noch einen gewissen Brennwert besitzt,

der für den Körper aber nicht ausnutzbar ist. Zieht man die Verbrennungswärme des Harnstoffes von dem des Eiweißes ab, so erhält man den ausnutzbaren Brennwert des Eiweißes. Derselbe beträgt 4,1 große Kalorien für 1 g.

Rubner hat für die Berechnung des Kalorienwertes der Kost Standardzahlen aufgestellt, welche für praktische Zwecke benutzt zu werden pflegen.

Es liefern danach:

1 g Stickstoffsubstanz (Eiweiß)	4,1
1 g Fett	9,3
1 g Kohlehydrat	4,1

große Kalorien.

Zum Vergleich seien die Brennwerte einiger Heizstoffe daneben gestellt. Es liefern:

1 g Holz etwa . . .	3 große Kalorien.
1 g Anthrazit etwa	8 „ „
1 g Alkohol etwa .	7 „ „

Was die Ausnutzung der Nahrungsstoffe bzw. Nahrungsmittel im Darmkanal anlangt, so verhält sie sich sehr ungleich sowohl in bezug auf die verschiedenen Nahrungsstoffe als auch bei den einzelnen Personen. Von den eiweißhaltigen Nahrungsmitteln wird im allgemeinen gut das Eiweiß des Fleisches ausgenutzt (bis auf etwa 2%, welche mit dem Kote zu Verlust gehen), weniger gut (wenigstens vom Erwachsenen) das Milcheiweiß (nur bis auf etwa 7%), schlecht dagegen das Eiweiß der Leguminosen und das Eiweiß der vegetabilischen Nahrungsmittel überhaupt. Die Verluste schwanken hier zwischen 17 und 47% (Rubner).

Wie die Untersuchungen von K. Thomas gezeigt haben (vgl. folg. Tabelle), sind die Eiweißstoffe der verschiedenen Nahrungsmittel außerdem sehr ungleichwertig.

Biologische Wertigkeit und Reineiweißgehalt einiger Nahrungsmittel nach K. Thomas.

Nahrungsmittel	Durch 100 Teile Stickstoff der bezeichneten Nahrungsmittel können ersetzt werden Körperstickstoff Teile: (biologische Wertigkeit)	In 100 Teilen Stickstoff der bezeichneten Nahrungsmittel sind enthalten Eiweißstickstoff Teile: (Reineiweißgehalt)
Rindfleisch	104,74	87,5
Milch.	99,71	95,03
Fisch	94,46	93,72
Reis	88,32	95,0
Kartoffel	78,89	63,0
Spinat	63,83	76,9
Erbsen	55,73	90,0
Weizenmehl	39,56	71,4
Mais	29,52	94,8

Die eiweißreichen animalischen Nahrungsmittel entfalten zwar eine besonders hohe biologische Wertigkeit, aber nur dann, wenn sie „fraktioniert", d. h. in zahlreichen kleinen Einzelmahlzeiten aufgenommen werden.

Die hohe biologische Wertigkeit des Fleisches trotz seines relativ niedrigen Reineiweißgehaltes spricht dafür, daß auch die Extraktivstoffe des Fleisches eine besondere Rolle im Stickstoffumsatz spielen und also nicht lediglich Genußmittel sind.

Bemerkenswert ist in der vorstehenden Übersicht auch die hohe biologische Wertigkeit des Kartoffelstickstoffs gegenüber dem Stickstoff des Weizenmehls (also des Brotes).

Nur zum kleinen Teile vom menschlichen Darm ausnutzbar ist die Zellulose (Rohfaser).

Nach neuen Untersuchungen (Rubner) muß man den Begriff „Zellulose" modifizieren, an seine Stelle den weiteren Begriff: „Zellmembran" setzen und die Zellmembran in eigentliche Zellulose, Pentosan, (Pentosan und Pentosen) und Restsubstanz (Lignine usw.) unterteilen. Die Wurzelgemüse haben einen Zellmembrangehalt von rund 6 (Kartoffel ohne Schalen) bis 27% (Mohrrüben) auf Trockensubstanz gerechnet, bei anderen Gemüsen bewegt sich der Zellmembrangehalt etwa zwischen 20 und 30% der Trockensubstanz. In hundert Teilen Zellmembran der genannten Gemüse sind gewöhnlich 40—50% Zellulose und im Mittel etwa 20% Pentosan enthalten. Bei manchen Obstsorten ist der Zellmembrangehalt etwas niedriger, beim Weizen und Roggen (im ganzen) beträgt er nur 8%, bei feinstem Mehl nur rund 2,5%, bei der Kleie dagegen über 50%.

Ein bestimmtes Verhältnis im Gehalt der Zellmembran an Zellulose besteht nicht, die bislang übliche Bestimmung der Zellulose („Rohfaser") nach dem sog. Weender Verfahren (Auflösen der die Zellulose begleitenden Substanzen durch Behandeln mit Schwefelsäure, Kalilauge, Wasser, Alkohol und Äther) gibt also keinen sicheren Anhaltspunkt für die Menge der Zellmembranen. 1 g Zellmembran liefert 4,1 Kalorien.

Die Auflösung der Zellmembranen im Darm scheint im wesentlichen auf Bakterienwirkung zu beruhen (Gasbildung, Flatulenz). Sie werden beim Menschen stets nur zu einem gewissen Teile resorbiert, am wenigsten die Zellulose-Komponente, besser die Pentosane und noch besser die Restsubstanz. Die Zellmembranen steigern die Menge der durch den Darm ausgeschiedenen Sekrete (von Rubner Stoffwechselprodukte genannt). Die Zellmembranen werden im menschlichen Darm bei Gemüse und Obst verhältnismäßig gut (zu etwa 80%), bei den gröberen Brotarten nur mäßig (zu etwa 40%) resorbiert. Pentosane kommen in den vegetabilischen Nahrungsmitteln auch außerhalb der Zellmembranen in Menge von mehreren Prozenten vor, doch steckt gewöhnlich ihre Hauptmasse in der Zellmembran. Die Resorbierbarkeit der Pentosane ist bei Gemüse und Obst sehr gut (einschließlich des Zellmembranpentosans über 90%), weniger gut bei den Brotsorten (etwa 75%).

Der Stickstoff des Obstes und des Gemüses (nicht immer identisch mit Eiweißstickstoff) wird im allgemeinen sehr schlecht ausgenutzt.

Die in den Darm ausgeschiedenen nicht unmittelbar aus der Nahrung stammenden „Stoffwechselprodukte" können bei animalischer Nahrung nahezu ausschließlich den Kot bilden, bei Vegetabilien bis zu $^2/_3$ der ganzen Kotmasse betragen. Der bei reiner Fleischfütterung ausgeschiedene Kot ist also mehr Umsatzprodukt des Eiweißes, als Verdauungsprodukt. Für den Hungerkot gilt natürlich das gleiche.

Die sonstigen Kohlehydrate werden um so besser resorbiert, in je feinerer Zerteilung sie geboten werden.

Vom Fett gehen etwa 4—12% zu Verlust, je nach der Form, in welcher es aufgenommen wird und der Menge.

Näheres ergibt folgende Tabelle, deren Zahlen aber auf Grund der neuen Rubnerschen Forschungen zum Teil einer Korrektur bedürftig sein werden.

Es wurden (nach Rubner) nicht resorbiert in %			
	vom Eiweiß	vom Fett	von den Kohlehydraten
Gekochtes u. gebratenes Fleisch, gekochtes Fischfleisch	2,0—2,6	—	—
Milch	7,1	5,3	—
Weizenbrot je nach Feinheit des Mehles	21,8—30,5	—	1,1—7,4
Roggenbrot	32,0—46,6	—	7,9—13,8
Reis (Risotto)	20,4	—	0,9
Mais (Polenta)	15,5	—	3,2
Erbsen	17,5	—	3,6
Bohnen	30,2	—	—
Kartoffeln, verschieden zubereitet	19,5—30,5	—	0,7—7,4
Wirsing	18,5	—	15,4
Gelbe Rüben	39,0	—	18,2
Pilze, getrocknet	32,2	—	—

Die Größe des Nahrungsbedarfs, ausgedrückt in großen Kalorien, hängt auch wesentlich von Alter (Körpergewicht), Geschlecht, Arbeit, Temperatur der Umgebung, Kleidung u. a. mehr ab.

Für jedes Kilogramm Körpergewicht, nach Abzug der durch mangelhafte Ausnützung verloren gegangenen Wärmemenge, braucht etwa täglich große Kalorien (Reinkalorien):

ein Kind in den ersten Lebensmonaten	100
„ „ am Ende des ersten Jahres	80
„ „ im Schulalter	60
ein Erwachsener bei mittlerer körperlicher Arbeit	40

Die höheren Zahlen für das kindliche Alter erklären sich einmal dadurch, daß in diesem Alter die Nahrung nicht nur erhaltend, sondern auch wachstumsfördernd wirken soll. Außerdem ist die Oberfläche des kindlichen Körpers und damit auch sein Wärmeverlust verhältnismäßig größer als beim Erwachsenen. Es beträgt nämlich die Körperoberfläche eines Kindes von 10 kg Gewicht 0,56 qm, die eines Erwachsenen von 70 kg Gewicht dagegen nur 2,09 qm. Die Körperoberfläche 0 in qcm berechnet sich nach der Vierordt-Meehschen Formel $0 = k \cdot \sqrt[3]{g^2}$, wobei k ein für jede Tierart konstanter Faktor, g das Gewicht in g bedeutet. k ist für den Menschen = 12,5.

Nimmt man das mittlere Gewicht eines männlichen Erwachsenen zu 70 kg an (entsprechend einer Körperoberfläche von rund 2 qm), so würde demnach ein solcher Mann einer Nahrung bedürfen, die ihm täglich $40 \times 70 = 2800$ große Reinkalorien zuführt, für jedes Quadratmeter Körperoberfläche also rund 1400 Kalorien.

Inwieweit angestrengte geistige Arbeit den Stoffwechsel beeinflußt, ist nicht sicher bekannt. Jedenfalls ist dieser Einfluß bisher nicht zweifelsfrei meßbar gewesen.

Bei schwerster körperlicher Arbeit kann der Kalorienbedarf auf 4000—5000 täglich steigen. Bei völliger Muskelruhe (z. B. im Schlaf) oder im Hungerzustand sinkt der tägliche Kalorienbedarf dagegen auf 2000 und darunter. Diese letztere Zahl ist praktisch aber in normalen Zeiten kaum verwendbar. Frauen haben ihres meist geringeren Gewichts und der schwächeren Ausbildung ihrer Muskulatur wegen einen etwas

geringeren Nahrungsbedarf, der auf etwa 2200 Kalorien bei mittlerer Arbeit zu veranschlagen ist.

Während des Krieges und der mit ihm zusammenhängenden Einschränkung der Lebensmittelzufuhr hat das Durchschnittsgewicht der Bevölkerung in Deutschland nicht unerheblich abgenommen, wenigstens in den größeren Städten. Dementsprechend konnte man auch mit einer knapperen Kost auskommen. So ergab sich für den Leichtarbeiter der Mindestbedarf an großen Wärmeeinheiten in dieser Zeit, entsprechend der Körpergewichtsabnahme, zu 2000 großen Kalorien täglich bei einer Mindestzufuhr von 60 g Eiweiß.

Dieselbe Nahrungsmenge ist ferner von ungleicher Wirkung auf den Energieverbrauch des Organismus, je nach den wechselnden thermischen Zuständen der Umgebung, in welchen der Organismus sich befindet (Rubner). Bei höheren Temperaturen, d. h. im Zustand der physikalischen Wärmeregulation führt reichliche Nahrungsaufnahme zu einer Erhöhung der Wärmebildung des Körpers. Es besteht dann ein Überschuß der Nahrung über den Bedarf hinaus. Umgekehrt ist der Stoffwechsel im Hunger bei erhöhter Außentemperatur besonders niedrig und steigt mit Sinken der Temperatur („chemische Wärmeregulation"). Da wir unsere Körpertemperatur durch die Kleidung regeln, so steht auch diese in Beziehung zur erforderlichen Nahrungsmenge.

Einige Nahrungsstoffe, besonders das Eiweiß, haben ferner die Eigenschaft, den Stoffwechsel über die im Hungerzustand eingehaltene Höhe zu steigern (spezifisch-dynamische Wirkung, Rubner). Diese Steigerung kann bei reichlicher Eiweißzufuhr sehr erheblich werden.

Wenn der Kaloriengehalt einer Nahrung auch rein physiologisch das wichtigste Kriterium für die Zulänglichkeit einer Kost darstellt, so dürfen darüber doch andere Eigenschaften der Nahrungsmittel nicht ganz außer Betracht gelassen werden. Von dem Mindesteiweißbedarf war oben bereits die Rede. Daneben ist aber auch der Sättigungswert einer Nahrung (s. o.) von Belang. So zeichnet sich z. B. nach Kestner das Fleisch durch einen hohen Sättigungswert aus, obgleich es kalorisch gewöhnlich nicht hoch zu veranschlagen ist. Ebenso ist der Sättigungswert der Kartoffeln größer als der des Brotes, obgleich letzteres kalorisch hochwertiger ist.

Die Frage, wieviel von der notwendigen Kalorienanzahl durch Eiweiß, Kohlehydrate und Fett gedeckt werden soll, findet ihre Beantwortung im übrigen teils in physiologischen, teils in wirtschaftlichen Gründen, teils auch in der Gewohnheit. Daß eine bestimmte Eiweißmenge unentbehrlich ist, wurde oben auseinandergesetzt. Im allgemeinen ist eine eiweißreiche Ernährung teurer als eine fett- und kohlehydratreiche. Die Kohlehydrate sind das billigste Nahrungsmittel. Dementsprechend wiegen sie stark vor bei der niederen Bevölkerung, zumal wenn es sich um Leute handelt, welche körperliche Arbeit zu verrichten haben. Diese decken etwa 15% ihres Kalorienbedarfs durch Eiweiß. Bei geistig arbeitenden und wohlhabenderen Personen pflegt gewohnheitsmäßig eine größere Menge von Eiweiß an der Ernährung beteiligt zu sein. Da Eiweiß nur schwierig oder unter besonderen Verhältnissen (Hungerzustand, Unterernährung, Rekonvaleszenz) gut im Körper angelagert wird, vielmehr eine gesteigerte Eiweißzufuhr beim Erwachsenen auch eine gesteigerte Zersetzung hervorzurufen pflegt, erkennbar an den im Harn ausgeschiedenen größeren Stickstoffmengen (der Organismus bringt sich

von selbst in das sog. „Stickstoffgleichgewicht"), so hat eine übermäßige Eiweißzufuhr, die, wie erwähnt, außerdem die Wärmebildung in die Höhe treibt, vom ernährungsphysiologischen Standpunkt aus beim körperlich arbeitenden Menschen keine Vorteile. Personen, die mehr geistig als körperlich arbeiten, haben gewöhnlich ein weit stärker ausgesprochenes Verlangen nach schmackhaften Speisen, als die Muskelarbeiter. Da appetitreizende Speisen sich leichter aus animalischen Nahrungsmitteln herstellen lassen, namentlich aus dem an Extraktivstoffen reichen Fleische, so ergibt sich für diese Personen schon meist von selbst das Bedürfnis nach einer eiweißreicheren Nahrung. Künstlich gesteigert wird das Verlangen nach animalischer Eiweißnahrung durch Alkoholgenuß.

Im übrigen kann der Eiweißbedarf sowohl durch animalisches wie durch vegetabilisches Eiweiß gedeckt werden, nur ist dabei die höhere biologische Wertigkeit und die bessere Ausnutzbarkeit des animalischen Eiweißes in Rechnung zu setzen.

Es dürfte einer vernünftigen Gewohnheit entsprechen, wenn ein Mensch, der mittlere körperliche Arbeit leistet, von seinem Gesamtkalorienbedürfnis etwa je 15—20% durch Eiweiß und Fett, und den Rest durch Kohlehydrate deckt.

Der Wasserbedarf wechselt beim Gesunden je nach der Menge des durch Lunge und Haut ausgeschiedenen Wassers und nach der Art der zugeführten Nahrung. Durchschnittlich gibt der Erwachsene bei mäßiger Flüssigkeitszufuhr täglich 1200 ccm Harn ab. Wegen der Wasserabgabe durch Lunge und Haut vgl. den zweiten Abschnitt. Der Ersatz der verlorenen Flüssigkeitsmengen kann nur zum Teil durch das in den festen Nahrungsmitteln enthaltene Wasser geschehen. Die Aufnahme flüssigen Wassers ist außerdem erforderlich.

C. Genußmittel und ihre allgemeine Bedeutung.

Als Genußstoffe kann man solche chemischen Verbindungen bezeichnen, die zwar kein eigentliches Material zum Aufbau des Organismus liefern, die aber trotzdem die Vorgänge des Lebens durch ihre Einwirkung auf das Nervensystem mittelbar beeinflussen. Man hat sie daher stets gern mit dem Schmieröl der Maschine oder mit der Peitsche für das Pferd verglichen. Genußmittel sind dann Gemische von Genußstoffen mit anderen Stoffen, z. B. mit Nahrungsstoffen, wie Bier, Wein, Schokolade. Der Alkohol ist der einzige Genußstoff, der gleichzeitig ein — wenn auch giftiges — Nahrungsmittel ist. Er verbrennt im Organismus bis auf geringe Mengen zu Kohlensäure und Wasser. 1 g Alkohol liefert dabei 7 große Kalorien.

Im weiteren Sinne kann man unter Genußmitteln auch die Extraktivstoffe des Fleisches und alle Gewürze verstehen. Sie regen reflektorisch die Absonderung der Verdauungssäfte an und sind daher für die Ernährung wichtige und kaum entbehrliche Hilfsmittel. Unter Genußmitteln im engeren Sinne versteht man dagegen diejenigen, welche eine spezifische Wirkung auf das Zentralnervensystem entfalten. Soweit es sich um die große Masse der Menschen und um europäische Verhältnisse handelt, kommen als solche nur in Betracht: die alkoholischen Getränke, Kaffee, Tee und Tabak. Auf diese allein soll daher hier eingegangen werden.

1. Alkohol.

Unter Alkohol schlechthin versteht man stets den Äthylalkohol $C_2H_5(OH)$, während die anderen Alkohole durch ihren vollen Namen (z. B. Methylalkohol $CH_3(OH)$, Amylalkohol $C_5H_{12}O$ usw.) gekennzeichnet werden.

Der Äthylalkohol entsteht durch Hefegärung aus zuckerhaltigen Flüssigkeiten z. B.



$$\underset{\text{Traubenzucker}}{C_6H_{12}O_6} = \underset{\text{Äthylalkohol}}{2\,C_2H_6O} + \underset{\text{Kohlensäure.}}{2\,CO_2}$$

Ausgangspunkt für die technische Herstellung des Alkohols sind aber nicht die reinen Zuckerarten, sondern stärkehaltiges Material (Kartoffeln, Getreidekörner), welche man auf chemischem Wege oder durch Fermente (Diastase) in Zucker überführt. Nur bei der Weinbereitung ist der Zucker die unmittelbare Quelle des Alkohols. Neuerdings ist die Herstellung des Alkohols (und der Essigsäure) auf dem Wege Kalziumkarbid-Azetylen-Azetaldehyd mit Hilfe von Kontaktverfahren gelungen.

Alkohol wird im Magen schnell resorbiert und regt in kleinen Dosen die Produktion der Verdauungssäfte an. Er tritt rasch in die Gewebe über und wird hier bis auf geringe Mengen (1—3%), welche durch Haut, Lunge und Nieren ausgeschieden werden, langsam zu Kohlensäure und Wasser verbrannt. Der Alkohol läßt sich daher ziemlich lange im Blute nachweisen. Bei lebhaft gesteigerter Atmung, wie sie infolge starker körperlicher Anstrengung beobachtet wird, kann die Elimination des Alkohols auf den genannten Wegen etwas höhere Grade erreichen, indessen höchstens etwa 10%. Bei Aufnahme größerer Alkoholmengen kann Alkohol in die Milch säugender Frauen übergehen.

Nach Alkoholgenuß tritt eine Erweiterung der peripheren Gefäße der Haut ein, verbunden mit Rötung und Wärmeempfindung. Bei größeren Dosen kann, infolge der gesteigerten Wärmeabgabe nach außen, die Innentemperatur des Körpers sinken.

Der Einfluß des Alkohols auf Herztätigkeit und Blutdruck scheint je nach den aufgenommenen Dosen verschieden zu sein. Bei kleinen Dosen beobachtet man meist Steigerung, bei großen Sinken des Blutdrucks. Durch Alkoholgenuß wird eine ständig wechselnde Spannung im Gefäßsystem hervorgerufen. Die exzitierende Wirkung mäßiger Alkoholdosen auf die Herztätigkeit (Kräftigung der Herzkontraktionen) ist schon eine Erfahrungstatsache.

Der Alkohol kann nach seinem vollen Verbrennungswerte die stickstofffreien Nahrungsstoffe vertreten. Hat sich der Organismus an den Alkoholgenuß gewöhnt, so tritt auch eine geringe eiweißsparende Wirkung des Alkohols zutage. Bei sonst ausreichender Ernährung begünstigt der Alkohol den Fettansatz.

Nicht unwahrscheinlich ist es, daß die besondere Affinität, welche der Alkohol zu den Ganglienzellen infolge des hohen Gehaltes derselben an Lipoiden hat, ein Grund für seine starke Einwirkung auf das Zentralnervensystem ist. Dieser Einfluß macht sich zunächst in einer Verminderung der natürlichen Hemmungen bemerkbar und im Auftreten einer Euphorie, d. h. einer Stimmung mit gehobenem Selbstbewußtsein, in welcher alle aus der Abspannung und Ermüdung sowie aus psychisch deprimierenden Vorgängen sich ergebenden Unlustempfindungen zurückgedrängt werden. Man kann auch von einer gewissen beruhigenden, spannunglösenden und dadurch mittelbar erfrischenden Wirkung sprechen. Auch das Hungergefühl wird etwas abgeschwächt und der Körper vorübergehend auch zu größeren oder neuen Muskelanstren-

gungen befähigt. Diese Wirkungen sind aber nur sehr flüchtiger Natur and daher gewissermaßen Scheinwirkungen. Die Reaktion folgt der unregenden Wirkung auf dem Fuße. Die körperliche Leistungsfähigkeit ist dann gegenüber dem alkoholfreien Zustand herabgesetzt.

Weiteres s. beim Kapitel Alkoholismus.

2. Die übrigen Genußmittel.

Die wirksamen Bestandteile der übrigen Genußmittel gehören teils zur Xanthingruppe (Koffein, Thein, Theobromin), teils zu den Pyridinderivaten (Nikotin). Koffein (Thein) ist Trimethylxanthin, Theobromin Dimethylxanthin. Das Nikotin enthält einen Pyridinring, der mit einem Methylpyrrolring unmittelbar verkettet ist.

Neben diesen Stoffen wirken bei den Genußmitteln Kaffee, Tee, Kakao und Tabak noch Nebenprodukte mit; auf ihre Wirkungen wird unter III B dieses Abschnittes zurückzukommen sein.

Die physiologischen Wirkungen des Koffeins und der ihm verwandten Verbindungen unterscheiden sich wesentlich von denen des Alkohols. Das Koffein wird im Körper zum Teil zersetzt, zum Teil geht es als solches in den Harn über. Es erhöht den Blutdruck durch zentral bedingte Gefäßverengerung, es vermehrt in größeren Dosen die Frequenz des Herzschlages. Das Großhirn wird erregt, die Reaktionszeit verkürzt. Koffein beseitigt das Ermüdungsgefühl längere Zeit, ohne daß eine bemerkbare Reaktion erfolgt. Es erleichtert daher in ausgezeichneter Weise, wenn ein Ausruhen aus äußeren Gründen nicht möglich ist, die Fortsetzung geistiger und körperlicher Arbeit. Während unter Alkoholwirkung durch die Ausschaltung der Hemmungen die Präzision und Sachlichkeit der Gedankenarbeit leicht eine Einbuße erfahren, ist dies nach Einführung von Koffein nicht der Fall und hierin liegt — von sonstigem abgesehen — sein großer Vorzug gegenüber dem Alkohol.

Das Nikotin ist ein Gift, von welchem unter Umständen schon wenige Zentigramme tödlich wirken können. Doch tritt augenscheinlich schnelle Giftgewöhnung ein. Es ist das Gegenstück zum Atropin. Es gibt eine akute und eine chronische Nikotinwirkung. Bei letzterer ist die Herztätigkeit stark beeinflußt. Weiteres über die Kaffee- und Tabakwirkung s. unter III B.

II. Die wichtigsten Nahrungsmittel, ihre normale Zusammensetzung, ihre Veränderung durch Verderb und Verfälschung und die hiergegen vorhandenen technischen und gesetzlichen Mittel.

A. Übersicht über die Nahrungsmittel.

Nach den Angaben von Rubner sind im folgenden einige animalische und vegetabilische Nahrungsmittel und ihre Zusammensetzung aufgezählt worden. Beigefügt sind auch die physiologisch ausnutzbaren

Verbrennungswärmen (Reinkalorien). Andere Zusammenstellungen mit im einzelnen bisweilen etwas abweichenden Werten finden sich z. B. bei Schall und Heisler (Nahrungsmitteltabelle, Würzburg, Verlag von Kabitzsch).

In 100 g frischer Substanz	sind enthalten Gramm			100 g frische Substanz liefern ausnutzbare Kalorien
	Eiweiß	Fett	Kohlehydrate	
A. Animalische Nahrungsmittel:				
Ochsenfleisch, mager	20,6	1,5	—	98
Ochsenfleisch, fett	16,9	27,2	—	327
Kalbfleisch, mager	19,8	0,8	—	89
Schweinefleisch, fett	14,5	37,3	—	406
Ochsenfleisch, mager, gekocht	36,6	2,8	—	176
Schinken	25,1	8,1	—	178
Zervelatwurst	17,6	39,8	—	442
Speck	—	95,3	—	886
Gans	15,9	45,6	—	489
Schellfisch	17,1	0,3	—	73
Hering	10,1	5—30 % nach Jahreszeit	—	versch.
Flußaal	12,8	28,4	—	317
Fleischbrühe	0,35	0,3	—	4
Hühnerei (ganzes)	14,1	10,9	—	159
Kuhmilch (Vollmilch)	3,4	3,6	4,8	67
Magermilch (Zentrifugenmilch)	0,4	0,2	4,7	37
Buttermilch	3,8	1,2	3,4	41
Molken	0,8	0,2	4,6	24
Rahm	3,7	25,7	3,5	268
Butter	0,9	83,1	0,5	779
Quark	24,8	7,3	3,5	182
Fettkäse	27,2	30,4	2,5	404
B. Vegetabilische Nahrungsmittel:				
Weizenbrot	6,8	0,8	52,4	252
Roggenbrot	6,0	0,5	47,8	226
Maismehl	14,0	3,8	67,6	382
Reismehl	6,9	0,5	77,6	351
Bohnenmehl, Erbsenmehl, Linsenmehl im Mittel	24,9	1,9	57,6	363
Zucker	—	—	100,0	396
Kartoffel	2,1	0,1	21,0	98
Kartoffelsuppe	1,1	2,1	8,9	60
Kartoffelbrei	2,6	3,2	18,8	118
Gelbe Rüben	1,0	0,2	9,4	50
Wirsing	3,3	0,7	6,0	48
Spinat	3,1	0,5	3,3	34
Kopfsalat	1,4	0,3	2,2	20
Birnen	0,4	—	12,0	69
Pilze (getrocknet)	23,8	1,2	44,2	—

Es hat zwar nur theoretischen Wert, weil eine solche Ernährung z. T. undurchführbar sein würde, veranschaulicht aber doch die verschiedene Wertigkeit der Nahrungsmittel gut, wenn man die Menge von einzelnen derselben berechnet, welche nötig wäre, um den Bedarf von 3000 Kalorien zu decken. Man müßte zu diesem Zweck beispielsweise verzehren von der frischen Substanz:

Mageres Ochsenfleisch . . .	rund 3 kg
Schweinefleisch, fett	„ 3/4 kg
Speck	0,3 kg
Eier [1])	37 Stück
Vollmilch	4,5 Liter
Magermilch	8,1 Liter
Butter	0,39 kg
Weizenbrot	1,2 kg
Roggenbrot	1,3 kg
Erbsenmehl od. Bohnenmehl	0,83 kg
Zucker	0,76 kg
Kartoffeln	3,1 kg
Spinat	8,8 kg
Salat	15,0 kg
Fleischbrühe	75 Liter

Der Preis der Nahrungsmittel erhellt am besten aus folgender Zusammenstellung.

Für 1 Mark erhielt man in Friedenszeiten (Rubner, Volksernährungsfragen):

Nahrungsmittel	Gramm	Wärmeeinheiten	N-Substanz
Kartoffeln	16 666	18 724	333
Erbsen	4 166	14 747	937
Schwarzbrot	5 350	13 492	412
Reis.	3 333	11 358	233
Rinderfett	1 042	9 588	—
Weißbrot	2 180	5 973	148
Zucker	1 100	4 510	—
Magermilch	11 100	4 007	340
Vollmilch	5 000	3 280	165
Butter.	333	2 567	—
Billiges Rindfleisch	770	2 149	119
Wirsingkohl	1 460	1 891	151
Äpfel	2 000	1 082	8
Eier	745	1 060	93
Spinat.	2 000	762	74
Blumenkohl	2 000	712	50
Schinken	360	641	90
Kopfsalat	2 000	410	28

Von besonders wichtigen Nahrungsmitteln seien folgende besprochen:

B. Fleisch und Fleischwaren.

Fleisch wird erst genußfähig nach Ablauf der Totenstarre.

Fleisch ist ein schlechter Wärmeleiter. Beim Kochen und Braten dringt daher die hohe Temperatur nur langsam bis ins Innere vor. Der Blutfarbstoff zersetzt (verfärbt) sich bei etwa 70° C. Fleisch mit unzersetztem Blutfarbstoff hat also diese Temperatur nicht erreicht. Die Gerinnung der Fleischeiweißstoffe beginnt schon bei 45° und ist bei etwa 80° vollendet. Durch diese Gerinnung verliert das Fleisch durch Auspressen von Wasser, Salzen und Extraktivstoffen erheblich an Gewicht. Es wird konzentrierter, so daß der Eiweißgehalt gekochten, mageren Fleisches über 30% liegt.

[1]) Ein Ei wiegt rund 50 g.

Mit kaltem Wasser lassen sich dem Fleisch bereits geringe Mengen von Eiweiß (Serumalbumin, welches beim Erhitzen des Wassers gerinnt und als Schaum abgeschöpft wird), Extraktivstoffen (Kreatin, Xanthin, Karnin) und Salzen entziehen (Bouillon). Das Fleisch selbst verliert dabei also nur wenig an Nährwert, aber sehr viel an Wohlgeschmack. Beim Eintragen eines Fleischstückes in kochendes Wasser hindert die Koagulation der Eiweißstoffe an der Peripherie ein stärkeres Auslaugen. Die Extraktivstoffe sind die Träger des spezifischen Wohlgeschmackes des Fleisches.

Durch Einwirkung trockener Hitze über 100° wird das Fleisch gebraten. Das Eindringen der Wärme erfolgt in diesem Falle noch langsamer als beim Kochen. Die Extraktivstoffe bleiben größtenteils erhalten, namentlich beim Braten auf dem Rost.

Als ausgezeichnete Nährböden für Mikroorganismen fallen Fleisch und gewisse Fleischwaren sehr leicht der Zersetzung anheim, sie „verderben". Der Bakterienvermehrung im Fleisch bei beginnender Zersetzung geht eine Zunahme der Aminosäuren voraus. Gesundes Fleisch ist zwar im Inneren keimfrei und eine von außen kommende Infektion kann nur langsam auf dem Wege der Bindegewebsspalten von der infizierten Oberfläche in die Tiefe wandern. Zerlegt man aber das Fleisch durch Zerschneiden oder Zerhacken in viele kleine Teile, so trägt man die Erreger der Fäulnis damit durch das ganze Stück. Dieselbe erfolgt dann unter Umständen sehr rasch, so daß ein längere Zeit gelagertes Hackfleisch, zumal zur wärmeren Jahreszeit, stets verdächtig ist. Im übrigen wird der Fäulnis am besten gewehrt durch schnelles und gutes Auskühlen und Lüften des Fleisches nach der Schlachtung. Das Fleisch von Tieren, welche an einer fieberhaften Krankheit gelitten haben, geht rascher in Fäulnis über, desgleichen gefrorenes Fleisch nach dem Auftauen.

Die Fäulnis kennzeichnet sich durch den Übergang der natürlichen Fleischfarbe ins Graurötliche oder Schmutziggraue, durch den Eintritt alkalischer Reaktion und Ammoniakbildung und durch Fäulnisgeruch. Sind die eingetretenen Veränderungen erheblich oder sind sie nur künstlich verdeckt (s. Konservierungsmittel), so muß das Fleisch als verdorben oder als minderwertig bezeichnet werden. Es braucht dabei noch nicht unmittelbar gesundheitsschädlich zu sein. Das gleiche gilt von Fleisch, welches von Tieren stammt, welche an einer erheblichen Krankheit leiden. Über die Parasiten des Fleisches vgl. S. 96ff. des ersten Abschnittes.

Verfälschungen.

An Stelle des wertvolleren Rindfleisches wird bisweilen Pferdefleisch untergeschoben, dem Hackfleisch werden minderwertige Abfallstoffe beigemengt, von den Fleischwaren ist es hauptsächlich die Wurst, welche mannigfachen Verfälschungen ausgesetzt ist. So wird der Wurstmasse Mehl, Brot oder Semmel in einer das erlaubte Maß überschreitenden Menge häufig beigemischt.

Für den Verkehr mit Fleisch sind außer dem Nahrungsmittelgesetz von Wichtigkeit das Reichsgesetz, betreffend die Schlachtvieh- und Fleischbeschau vom 3. Juni 1900 nebst ausführlichen Ausführungsbestimmungen vom Jahre 1909. Die obligatorische Schlacht-

vieh- und Fleischbeschau ist für ganz Deutschland am 1. April 1903 eingeführt worden. Auch das Reichs-Viehseuchengesetz vom 26. Juni 1909 nebst Ausführungsvorschriften vom 7. Dezember 1911 ist wegen der Vorschriften für die Bekämpfung des Milzbrands, der Tollwut, des Rotzes, der Maul- und Klauenseuche und der Tuberkulose des Rindviehs für den Hygieniker von Bedeutung. Die für die menschliche Gesundheitspflege wesentlichsten Bestimmungen dieser Gesetze sind folgende:

1. Schlachtvieh- und Fleischbeschaugesetz[1]).

Das zum Genusse für Menschen bestimmte Fleisch von Rindvieh, Schweinen, Schafen, Ziegen, Pferden, auch Eseln, Maultieren und Mauleseln und Hunden (das Fleisch vom Wild also nicht, auch nicht das Fleisch kaltblütiger Tiere) unterliegt sowohl vor wie nach der Schlachtung einer amtlichen Untersuchung; ausgenommen ist hiervon im allgemeinen das Fleisch von Schlachttieren, welches ausschließlich im Haushalt (Kasernen, Krankenhäuser, Gefängnisse, Gastwirtschaften usw. gelten nicht als „Haushalt") des Besitzers verwendet werden soll. Zum „Fleisch" werden auch die aus Teilen von warmblütigen Tieren hergestellten Fette und Würste gerechnet. Bei Notschlachtungen darf die Untersuchung vor der Schlachtung unterbleiben.

Die Fleischbeschau wird in den einzelnen Beschaubezirken durch approbierte Tierärzte oder (mit gewissen Beschränkungen) durch andere mit genügenden Kenntnissen versehene Personen vorgenommen (bei Pferden nur durch approbierte Tierärzte). An jeder Beschaustelle für ausländisches Fleisch ist ein besonderes Fleischbeschaubuch zu führen. Die Schlachtung darf ohne Genehmigung des Beschauers nicht ausgeführt werden. Sie ist zu verbieten, wenn bei dem Tiere Milzbrand, Rauschbrand, Rinderseuche, Tollwut, Rotz, Rinderpest oder der Verdacht einer dieser Seuchen festgestellt ist. Ergibt die Untersuchung des geschlachteten Tieres keinen Grund zur Beanstandung, so wird das Fleisch durch den Beschauer als tauglich zum Genusse für Menschen erklärt, untaugliches Fleisch darf als Nahrungs- oder Genußmittel für Menschen nicht in den Verkehr gebracht werden.

Als untauglich gilt der ganze Tierkörper eines von folgenden Krankheiten befallenen Tieres: Milzbrand, Rauschbrand, Rinderseuche, Tollwut, Rotz, Rinderpest, Blutvergiftung, Tuberkulose mit hochgradiger Abmagerung, Schweinerotlauf, Schweineseuche und Schweinepest, Starrkrampf, Gelbsucht, Wassersucht, Geschwülste u. a.

Bei Tieren mit nicht vorgeschrittener Tuberkulose, bei mit zahlreichen Finnen und mit Trichinen behafteten Tieren ist der ganze Tierkörper bis auf das Fett untauglich. Nur die veränderten Fleischteile sind zum Genuß für Menschen untauglich, wenn tierische Schmarotzer (Leberegel, Bandwürmer usw.) in den Eingeweiden sich finden, ferner bei örtlich begrenzten Geschwülsten, Lungenseuche, Tuberkulose ohne erhebliche Abmagerung, die sich auf Eingeweide und Euter beschränkt, Strahlenpilzerkrankung, Starrkrampf ohne sinnfällige Veränderungen des Muskelfleisches, Maul- und Klauenseuche ohne Begleitkrankheit usw. Bedingt tauglich ist unter Umständen Fett erkrankter Tiere, Fleisch bei Tuberkulose ohne hochgradige Abmagerung, bei Schweinerotlauf ohne erhebliche Veränderungen von Muskulatur und Fettgewebe, bei Schweineseuche und Schweinepest ohne erhebliche Abmagerung, schwachfinniges und schwachtrichinöses Fleisch.

Das als bedingt tauglich erkannte Fleisch kann zum Genuß brauchbar gemacht werden:

Durch Kochen in nicht zu großen Stücken bis zu $2^1/_2$ Stunden oder durch Dämpfen. In beiden Fällen müssen auch die innersten Fleischteile eine grauweiße Farbe angenommen haben, d. h. es muß an diesen Stellen mindestens 10 Minuten lang eine Temperatur von 80° vorhanden gewesen sein.

Durch Pökeln, d. h. durch Einlegen von nicht über $2^1/_2$ kg schweren Fleischstücken in mindestens $25^0/_0$ige Salzlake auf mindestens drei

[1]) Nur auszugsweise und ohne jedesmalige Angabe der Einschränkungen, Ausnahmen usw.

Wochen. Dieses Verfahren ist nur bei Schweinerotlauf, Schweineseuche, Schweinepest und finnigem Fleisch anwendbar.

Bei Fett kann an Stelle des Kochens oder Pökelns das Ausschmelzen bei mindestens 100° treten.

Finniges Rindfleisch darf auch mittels 21 Tage langen Durchkühlens in Kühl- oder Gefrierräumen zum Genusse brauchbar gemacht werden. Die Finnen sterben dabei ab.

Bedingt taugliches Fleisch ist vorläufig bis nach erfolgter Brauchbarmachung zu beschlagnahmen. Der Vertrieb brauchbar gemachten Fleisches darf nur unter einer Bezeichnung erfolgen, welche die Beschaffenheit erkennbar macht. Fleischhändler, Gast-, Schank- und Speisewirte dürfen solches Fleisch nur mit polizeilicher, jederzeit widerruflicher Genehmigung verwenden; außerdem müssen solche Personen in ihren Geschäftsräumen an einer in die Augen fallenden Stelle durch Anschlag bekannt geben, daß solches brauchbar gemachtes Fleisch zum Vertrieb oder zur Verwendung kommt. Es darf solches Fleisch nicht mit tauglichem Fleisch zusammen feilgehalten oder verkauft werden.

Einfuhr von Fleisch in luftdicht verschlossenen Büchsen oder ähnlichen Gefäßen, von Würsten und sonstigen Gemengen aus zerkleinertem Fleische in das Zollinland ist verboten. Frisches Fleisch darf in das Zollinland nur in ganzen Tierkörpern (bei Rindern und Schweinen eventuell in zwei Hälften zerlegt), welche bestimmte Eingeweideteile noch enthalten müssen, eingeführt werden (§ 12).

Zubereitetes Fleisch darf nur eingeführt werden, wenn nach der Art seiner Gewinnung und Zubereitung Gefahren für die menschliche Gesundheit erfahrungsgemäß ausgeschlossen sind. Solches Fleisch unterliegt bei der Einfuhr einer amtlichen Untersuchung unter Mitwirkung der Zollbehörden auf bestimmten Zollämtern.

Der Vertrieb und die Einfuhr von Pferdefleisch darf nur unter einer Bezeichnung erfolgen, welche in deutscher Sprache das Fleisch als Pferdefleisch erkennbar macht. Fleischhändler und Wirte dürfen Pferdefleisch nur mit polizeilicher, jederzeit widerruflicher Genehmigung verwenden. Durch Anschlag in den Geschäftsstellen solcher Leute ist deutlich erkennbar zu machen, daß Pferdefleisch zum Vertrieb oder zur Verwendung kommt. Mit anderem Fleisch zusammen darf Pferdefleisch nicht feilgehalten werden.

Bei der gewerbsmäßigen Zubereitung von Fleisch dürfen Stoffe oder Arten des Verfahrens, welche der Ware eine gesundheitsschädliche Beschaffenheit zu verleihen vermögen, nicht angewendet werden.

Als solche sind vom Bundesrat unter dem 18. Februar 1902 und 4. Juli 1908 bezeichnet worden: Borsäure und deren Salze, Formaldehyd und Formaldehyd abgebende Stoffe, Alkali- und Erdalkali-Hydroxyde und -Karbonate, schweflige Säure und deren Salze sowie unterschwefligsaure Salze, Fluorwasserstoff und dessen Salze, Salicylsäure und deren Verbindungen, chlorsaure Salze [1]), Farbstoffe (vgl. auch: Konservierungsverfahren).

Auch Stoffe, welche eine gesundheitschädliche oder minderwertige Beschaffenheit der Ware zu verdecken geeignet sind, können verboten werden.

Die angedrohten Strafen gehen bis zu 6 Monaten Gefängnis und 1500 Mark Geldstrafe hinauf.

---

[1]) Durch Bekanntmachung des Reichskanzlers vom 14. Dez. 1916 auch salpetrigsaure Salze.

Durch Stempelung ist das untersuchte Fleisch alsbald zu kennzeichnen. Die Stempel für Pferde- und Hundefleisch sind länglich-rechteckig, für das übrige Fleisch werden kreisrunde (tauglich), kreisrunde, von einem Quadrat umschlossene (tauglich, aber im Nahrungs- und Genußwert erheblich herabgesetzt, minderwertig), quadratische (bedingt tauglich) und dreieckige (untauglich) Stempel angewandt.

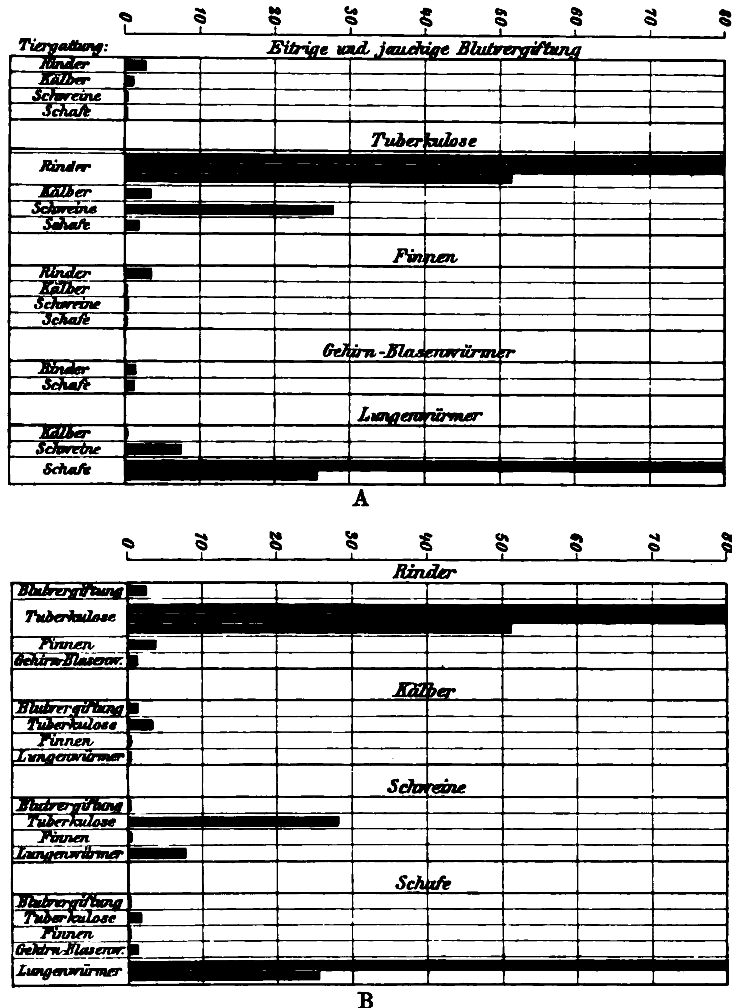


Abb. 113. Die wichtigsten Beanstandungsgründe bei der Schlachtviehbeschau im Deutschen Reiche 1909. A nach den Beanstandungsgründen, B nach den Tiergattungen. (Nach einer Darstellung des Reichsgesundheitsamtes.)

Für das aus dem Ausland eingeführte Fleisch werden besondere mit der Bezeichnung „Ausland" versehene Stempel benutzt. Taugliches Auslandsfleisch bekommt einen sechseckigen Stempel mit Ausnahme des Pferdefleisches, welches einen rechteckigen Stempel mit der Bezeichnung „Pferd" erhält. Zurückgewiesenes oder zu beseitigendes Auslandsfleisch wird durch dreieckige Auslandsstempel mit entsprechendem Vermerk gekennzeichnet.

Beanstandetes (untaugliches) Fleisch ist in unschädlicher Weise (Zerkochen, Verbrennen, Auflösung durch chemische Mittel, Vergraben des

mit Kalk oder Karbolsäure usw. übergossenen Kadavers, so daß die deckende Erdschicht mindestens 1 m stark ist) zu beseitigen. Trichinöses Fleisch darf durch Vergraben nicht beseitigt werden.

Am schwierigsten ist die Beurteilung des Fleisches tuberkulöser Schlachttiere.

Über die Hauptgründe der Beanstandungen geben die in Abb. 113 wiedergegebenen Diagramme Aufschluß.

2. Das Viehseuchengesetz

(Vom 26. Juni 1909)

regelt das Verfahren zur Bekämpfung übertragbarer Viehseuchen mit Ausnahme der Rinderpest, deren Bekämpfung durch ein besonderes Gesetz geregelt ist. Vieh im Sinne dieses Gesetzes sind alle nutzbaren Haustiere einschließlich der Hunde, der Katzen und des Geflügels. Die Anordnung und die Durchführung der Bekämpfungsmaßregeln (Einfuhrverbote, Anzeigepflicht, Untersuchung, Impfung, Tötung, Kadaververnichtung, Desinfektion, Regelung der Einrichtung und des Betriebes von Molkereien, Schlachthöfen, Abdeckereien usw.) liegen den Landesregierungen ob.

Anzeigepflichtige Viehseuchen sind: Milzbrand, Rauschbrand, Wild- und Rinderseuche; Tollwut; Rotz; Maul- und Klauenseuche; Lungenseuche des Rindviehs; Pockenseuche der Schafe; Beschälseuche der Pferde, Bläschenausschlag der Pferde und des Rindviehs; Räude der Einhufer und der Schafe; Schweineseuche und Schweinepest; Rotlauf der Schweine; Geflügelcholera und Hühnerpest; äußerlich erkennbare Tuberkulose des Rindviehs, sofern sie sich in der Lunge in vorgeschrittenem Zustande befindet oder Euter, Gebärmutter oder Darm ergriffen hat.

Wichtig sind die sehr eingehenden Ausführungsvorschriften, die der Bundesrat zum Viehseuchengesetz unter dem 7. Dezember 1911 erlassen hat. Darunter befinden sich für die menschliche Gesundheitspflege besonders folgende bemerkenswerte Abschnitte: Nr. 6 Molkereien, Nr. 13 Einrichtung und Betrieb von Viehmärkten, Viehhöfen, Schlachthöfen usw., Nr. 15 Abdeckereien, Nr. 17 Herstellung und Verwendung von Impfstoffen. Auch die den Ausführungsvorschriften beigegebenen Anweisungen für die tierärztliche Feststellung der Tuberkulose, für das Desinfektionsverfahren bei Viehseuchen und für die unschädliche Beseitigung von Kadavern und Kadaverteilen mögen nicht unerwähnt bleiben. Nach § 16 des Gesetzes sind die Vieh- und Schlachthöfe, einschließlich der öffentlichen Schlachthäuser, durch beamtete Tierärzte zu beaufsichtigen.

Anhang.

Schlachthäuser.

(Schlachtstätten.)

Schlächtereien gehören laut § 16 der Reichsgewerbeordnung zu Betrieben, welche einer besonderen landespolizeilichen Genehmigung bedürfen. Als Schlächtereien gelten nur solche für Groß- und Kleinvieh, nicht aber für Geflügel und Fische.

Die Schlachtstätten können entweder vereinzelt sein oder man vereinigt sie in größeren Ortschaften tunlichst zu gemeinschaftlichen Betrieben (Schlachthäuser, Schlachthöfe). Der Bau, die Einrichtung und

der Betrieb der Schlachthöfe sind Dinge, welche in erster Linie in das Gebiet des Tierarztes fallen; diejenigen Punkte, welche dabei die öffentliche Gesundheitspflege, also die menschliche Hygiene angehen, sind nur: die Abwasserbeseitigung, die Luftverunreinigung, die Haltbarmachung des durch Schlachtung gewonnenen Fleisches durch Kälte. Über die Fleischbeschau usw. ist bereits vorstehend das Wichtigste mitgeteilt worden.

Bei jeder Schlachthofanlage müssen vorhanden sein:

1. Räume für die Verwaltung und die Trichinenschau.
2. Viehställe.
3. Schlachthalle (in größeren Anlagen unterteilt).
4. Besondere Räume zur Schlachtung von krankem oder krankheitsverdächtigem Vieh (Polizeischlachthaus) nebst Raum zur Verwahrung des konfiszierten Fleisches.
5. Räume für die Behandlung der Eingeweide (Kaldaunenwäsche usw.), Düngerraum.
6. Kessel- und Maschinenhaus. Hinzu tritt zweckmäßig
7. ein Kühlraum bzw. Kühlhaus.
8. Raum für den Verkauf des als minderwertig oder bedingt tauglich erkannten Fleisches (sog. „Freibank").

Auf die Möglichkeit einer künftigen Erweiterung ist Rücksicht zu nehmen.

Der Abwässer wegen muß meist (d. h. falls nicht geordnete Kanalisation mit Aufnahme der Schlachthofabwässer in dieselbe besteht) darauf Bedacht genommen werden, daß die Anlage so gelegt wird, daß ihre Abwässer die Vorflut erst unterhalb der Ortschaft erreichen.

Eine hohe Lage des Schlachthofgeländes gegenüber der Vorflut ist im Hinblick auf Hochwässer stets erwünscht, besonders auch dort, wo zur Anlage von Abwasserreinigungsanlagen geschritten werden muß.

Selbstverständlich ist die Vorbedingung für eine glatte Beseitigung der Abfallstoffe eine reichliche Versorgung mit Wasser. Der Wasserverbrauch kann bis zu 0,5 cbm für jede Schlachtung steigen. Es wird bei größeren Höfen daher sich die Anlage einer eigenen Wasserversorgung bezahlt und den Schlachthof unabhängig von einer etwa bestehenden zentralen städtischen Leitung machen.

Die Abwässerbeseitigung der Schlachthöfe (vgl. auch Abwasserbeseitigung im sechsten Abschnitt) erfolgt dort, wo eine geregelte Kanalisation besteht, am zweckmäßigsten durch diese, nachdem die gröberen Schwebestoffe auf dem Schlachthof selbst durch Rechen, Tauchbretter usw. und das Fett durch Fettfänger zurückgehalten worden ist [1]).

Muß, beim Fehlen einer städtischen Kanalisation, eine besondere Reinigung der Schlachthofabwässer in besonderen Anlagen stattfinden, so wird man hier im allgemeinen chemisch-mechanische Reinigungsverfahren (Eisensulfat, Alaun) nötigenfalls mit anschließender biologischer Reinigung (ohne Vorfaulung) in Anwendung bringen.

Die Geruchsbelästigungen, welche von nicht ganz tadellos eingerichteten Schlachthöfen ausgehen können, stammen von den Kaldaunenwäschereien (Kutteleien) und aus dem Düngerraum (Düngergrube, bzw. Düngerhaus), in zweiter Linie von den Viehställen. Zu den Geruchsbelästigungen kann sich in der warmen Jahreszeit die Fliegenplage gesellen.

Vom hygienischen Standpunkt aus ist es daher zu wünschen, daß auch gut eingerichtete Schlachthöfe nicht allzu nahe den Wohnhäusern liegen. Dabei ist auch möglichst die vorherrschende Windrichtung zu berücksichtigen.

Zu einem modernen Schlachthof gehört eine Kühlanlage, um eine möglichst gute Ausnutzung der beim Schlachten gewonnenen Fleischmengen auch bei wechselndem Fleischbedarf zu gewährleisten.

[1]) In den meisten Schlachthöfen läuft der größere Teil des Blutes — abgesehen von dem Schweineblut — unbenutzt ab. Es handelt sich dabei unter Umständen um sehr große Mengen.

Für die Konservierung des Fleisches bei niederer Temperatur sind die günstigsten Bedingungen: + 2—4° C bei 70—80% relativer Feuchtigkeit. Dabei ist es wichtig, daß Schwankungen der Temperatur möglichst vermieden werden. Eine solche künstliche Kühlung kann in Eiskellern gewöhnlich nur unvollkommen durchgeführt werden, vielmehr bedarf es hierzu meist der Anwendung von Kühlanlagen mit maschinellem Betrieb. Immerhin spielt auch die unmittelbare Kühlung durch Eis noch eine nicht zu unterschätzende Rolle. Wegen der Konservierung durch Kälte sei im übrigen auf S. 257 verwiesen.

C. Milch, Molkereiprodukte und Kunstbutter.

1. Milch.

Neben der Kuhmilch spielt andere vom Tier stammende Milch (Ziegenmilch, Schafmilch) nur eine untergeordnete Rolle.

Milch ist eine Emulsion feinster Fetttröpfchen (Milchfettkügelchen) in einer wäßrigen, Eiweiß, Milchzucker und Salze enthaltenden Flüssigkeit. Die Eiweißstoffe der Kuhmilch bestehen zu etwa $^9/_{10}$ aus Kasein, d. h. einem mit Kalzium verbundenen, in der Milch nicht gelöst, sondern in aufgequollenem Zustand enthaltenem Nukleoalbumin, das durch Kochsalz, verdünnte Säuren oder durch Labferment ausgeschieden werden kann (Milchgerinnung) und zu etwa $^1/_{10}$ aus Laktalbumin (mit etwas Globulin), das beim Erhitzen der Milch über 72° koaguliert. Unter den anorganischen Bestandteilen der Milch sind von Wichtigkeit Kalzium und Phosphorsäure.

Über die durchschnittliche bzw. gewöhnliche chemische Zusammensetzung der hygienisch interessierenden Milcharten gibt die folgende Tabelle Aufschluß. Die praktisch vorkommenden Schwankungen der Werte sind nicht unerheblich. Das spezifische Gewicht der Kuhmilch bei 15° wechselt gewöhnlich zwischen 1,029 und 1,033. Entrahmen erhöht, Wässern erniedrigt das spezifische Gewicht. Beim Kombinieren beider Verfahren läßt sich das spezifische Gewicht in den normalen Grenzen halten.

Das Fett der Kuhmilch besteht nicht nur aus den Triglyzeriden der höheren, sondern auch aus denen der niederen flüchtigen Fettsäuren (Buttersäure, Kapronsäure usw.).

Der Unterschied zwischen der Frauen- und der Kuhmilch liegt in dem größeren Reichtum der ersteren an Milchzucker und Albumin, dem ein erheblich geringerer Gehalt an Kasein und Salzen (Asche) gegenübersteht. Das Kasein der Frauenmilch gerinnt feinflockig, das der Kuhmilch grobflockig. Die Kuhmilch besitzt einen weit höheren Gehalt an flüchtigen Fettsäuren als die Frauenmilch. Die Reichert-Meißlsche Zahl (s. Untersuchungsmethoden) beträgt für erstere daher etwa 27, für Frauenmilch nur 2,5.

Gehalt der	an Fett %	an Milchzucker %	an Kasein %	an Albumin u. Globulin %	an Gesamt-Asche %
Frauenmilch . . .	4,5	6,4	0,8	0,5	0,2
Kuhmilch	3,4	4,4	3,0	0,3	0,7
Ziegenmilch . .	4,8	3,5	3,8	1,2	0,9

1 Liter Kuhmilch besitzt im Mittel einen Brennwert von rund 600 Kalorien.

Die aseptisch gewonnene Milch gesunder Kühe ist keimfrei oder mindestens sehr keimarm (unter 500 Keime im Kubikzentimeter Milch). Die ohne besondere Vorsichtsmaßregeln ermolkene Milch bekommt durch sekundäre Infektionen in den Auffanggefäßen, durch Staub, Kuhkot usw. einen meist recht beträchtlichen Keimgehalt. Noch mehr trifft dies bei der Mischmilch der Molkereien (Marktmilch) zu. Während der Keimgehalt sauber gewonnener, frischer, gut gekühlter Milch sich innerhalb einiger Zehntausend Keime im Kubikzentimeter halten kann, steigt der Bakteriengehalt der Marktmilch des Handels gewöhnlich auf Hunderttausende und Millionen im Kubikzentimeter. Ein Keimgehalt einer schlecht behandelten Marktmilch über 20 Millionen ist keine Seltenheit.

Beim Aufbewahren verändert sich die Milch. Die gewöhnlichste, jedem bekannte Art der Veränderung ist das Sauerwerden mit gleichzeitiger Gerinnung, d. h. der Ausscheidung des Kasein-Kalziums.

Die Säuerung wird durch Zerlegung des Milchzuckers durch bestimmte sehr verbreitete Bakterienarten bedingt. Die Formel: $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O = 4\,C_3H_6O_3$, d. h. die Spaltung von einem Molekül Milchzucker in vier Moleküle Milchsäure (α-Oxypropionsäure) gibt den Vorgang nur ganz theoretisch wieder. Tatsächlich verlaufen die Umsetzungen komplizierter, zum Teil unter Bildung von Gasen (Wasserstoff, Kohlensäure, Methan) und Säuren (Essigsäure, Bernsteinsäure usw.).

Die Säuerung der Milch kann durch verschiedene Mikroorganismen hervorgerufen werden. Einteilung und Benennung dieser Arten sind auch heute noch nicht ganz einheitlich. Am besten unterscheidet man folgende wichtigste Gruppen:

1. Streptococcus acidi lactici (Grotenfeld, Günther, Kruse, Leichmann), auch Diplobazillus, Milchsäurebazillus usw. genannt. Er ist der gewöhnlichste Erreger der spontanen Milchgerinnung. Es handelt sich um kleine, etwa 1 μ lange, 0,5 μ dicke, an den Enden meist lanzettförmig zugespitzte, sporenfreie, grampositive Stäbchen ohne Eigenbewegung, die meist zu zweien verbunden sind, aber auch in Ketten vorkommen. Sie wachsen besser anaerob als aerob (säuern daher die Milch aus der Tiefe heraus) und bereits bei verhältnismäßig niedrigen Temperaturen rasch und ohne Gasbildung. Schlecht und langsam gedeihen sie auf den üblichen Nährböden. Sie bilden auf Gelatineplatten z. B. nur kleine punktförmige Kolonien.

2. Zur zweiten Gruppe gehören Bakterien, welche der Coli aerogenes-Gruppe nahestehen. Diese gedeihen besser aerob als anaerob, säuern die Milch daher von der Oberfläche her, wachsen besser bei höheren Temperaturen und bilden neben der Milchsäure auch andere organische Säuren, sowie Gas. Zu dieser Gruppe gehört das gramnegative Bacterium acidi lactici Hüppe (wohl identisch mit dem Bact. lactis aerogenes Escherich). Vom Bacterium coli ist es durch seine Unbeweglichkeit unterschieden. Wird die Milch vorwiegend durch diese Art gesäuert, so pflegt der Geschmack weniger rein zu sein, als bei der Säuerung durch den Streptokokkus. Meist kommen indessen beide Arten nebeneinander vor.

3. Die dritte Gruppe bilden die langen Milchsäurebakterien, die bei der Entstehung der Milchpräparate Kefir, Yoghurt usw. beteiligt zu sein pflegen. Es sind meist grampositive, fakultativ anaerobe,

unbewegliche Langstäbchen, die meist erst bei höheren Temperaturen gut wachsen (Bacterium caucasicum).

Das Temperaturoptimum für die Säuerung liegt übrigens für alle die genannten Arten bei etwa 30—45°. Temperaturen über 65° töten die Milchsäurebakterien, die sämtlich sporenlos sind, ab. Bei Temperaturen unter 10—11° geht die Vermehrung der Milchsäurebildner nur langsam vor sich.

Von sonstigen in der Milch gewöhnlich anzutreffenden Saprophyten — von den pathogenen Bakterien wird unten zu sprechen sein — sind zu nennen: Proteusarten, Bacterium coli (aus Kuhkot), obligat anaerobe sporenhaltige, daher sehr widerstandsfähige Keime (Buttersäurebazillen), Bazillen, die zur Gruppe der Kartoffel- und Heubazillen gehören, ebenfalls mit resistenten Sporen versehen, die bei höheren Temperaturen schnell eine Peptonisierung der Eiweißstoffe der Milch hervorrufen. Dieser Gruppe wird von Flügge eine besondere Bedeutung für die Entstehung der Sommerdiarrhöen der Säuglinge zugeschrieben infolge der ihren vegetativen Formen anhaftenden Giftwirkungen. Die in der Milch von Haus aus wohl vorhandenen bakteriziden Stoffe vermögen praktisch nur eine sehr geringe Wirksamkeit zu entfalten.

Ein Parallelismus zwischen Keimgehalt und Säuregrad der Milch besteht nicht immer, die Keimvermehrung pflegt vielmehr anfangs der Säurebildung vorauszueilen. Bei einer frischen Milch von guter Durchschnittsbeschaffenheit, bei Zimmertemperatur aufbewahrt, beginnt nach etwa 20 Stunden der Gehalt an Säure erst langsam, dann rascher zu steigen. Ursprünglich keimreiche Milch säuert natürlich durchschnittlich früher, als keimarme. Frische Milch besitzt etwa 7 (durch saure Phosphate und den Gehalt an Kohlensäure bedingte) „Säuregrade“ (s. Untersuchungsmethoden). Bei 10 Säuregraden pflegt gewöhnlich die Alkoholprobe bereits positiv auszufallen, die Milch aber beim Kochen noch nicht zu gerinnen. Bei 11—12 Säuregraden tritt Gerinnung beim Kochen ein. Spontan geronnene Milch besitzt etwa 30 Säuregrade. Der Keimgehalt ist dann meist schon erheblich über 50 Millionen im Kubikzentimeter gestiegen. Der Grund für die Tatsache, daß auch kühl aufbewahrte Milch bei Gewittern eine auffallende Neigung zum Gerinnen zeigt, ist noch nicht einwandfrei festgestellt.

Die große hygienische Bedeutung der Milch liegt nicht nur in ihrer Zusammensetzung, die ihren Wert als Nahrungsmittel bedingt, sondern auch in dem Umstand begründet, daß sie, ein ausgezeichneter Nährboden für Mikroorganismen, häufig zum Überträger von Infektionskrankheiten wird, indem sie entweder von Haus aus, d. h. weil sie von einem kranken Tier stammt (Tuberkulose, Maul- und Klauenseuche, Maltafieber, Streptokokkenmastitis), Infektionen vermittelt, oder weil sie auf dem Wege vom Tier bis zum Konsumenten sekundär infiziert wird. Hier kommen eine ganze Reihe von Krankheiten in Betracht. Abgesehen von den schon oben erwähnten peptonisierenden Bakterien, die bei Säuglingen schwere Darmstörungen hervorrufen können, spielen Typhus- und Paratyphusbazillen, Scharlach- und Diphtherieerreger, gelegentlich auch Ruhr- und Cholerabakterien eine verhängnisvolle Rolle. Meist gehen die Epidemien von Sammelmolkereien, gelegentlich aber auch von einzelnen kleineren Milchwirtschaften aus. Die Infektion der Milch erfolgt in diesen Fällen meistens durch Kontakt (Kranke, Bazillenträger), durch Verwendung infizierten Wassers zum Reinigen der Gefäße, vielleicht auch manchmal durch keimtragende Fliegen.

Die öffentliche Gesundheitspflege hat ein großes Interesse daran, durch Überwachung des Milchhandels diese Gefahren möglichst

einzudämmen. Leider ist das nur bis zu einem gewissen Maße möglich, die persönliche Prophylaxe muß die öffentlichen Anordnungen dabei ergänzen.

Im Milchhandel wird unterschieden der Zusammensetzung nach zwischen Vollmilch und Magermilch, der Behandlung nach zwischen Marktmilch und Kindermilch (Vorzugsmilch, Trinkmilch und ähnliche Bezeichnungen). Unter Vollmilch versteht man eigentlich vollwertige Milch, der nichts entzogen und nichts zugesetzt ist. Gewöhnlich wird bei ihr ein Mindestfettgehalt von 2,7 % verlangt. Magermilch ist entrahmte Milch. Marktmilch, d. h. Milch für den allgemeinen Verkehr, darf (z. B. nach dem preuß. Ministerialerlaß vom 26. Juli 1912) nicht verunreinigt sein (deutlich wahrnehmbarer Bodensatz), keinen Zusatz von fremdartigen Stoffen (Wasser, Konservierungsmittel) haben, nicht übelriechend, faulig, verfärbt, blutig, schleimig oder bitter, nicht kurz vor oder nach dem Abkalben und nicht von kranken Kühen gewonnen sein. In Frage kommen hier hauptsächlich fieberhafte Erkrankungen, Entzündungen und Ausschläge am Euter, schwere Verdauungsstörungen u. dgl. Auch die Milch der mit gewissen stark wirkenden, in die Milch übergehenden Arzneimitteln behandelten oder von mit verdorbenen Futtermitteln gefütterten Tieren ist vom Verkehr auszuschließen.

Milch von Kühen, die mit Maul- und Klauenseuche oder mit Tuberkulose im Sinne des § 10 Abs. 1, Nr. 12 des Viehseuchengesetzes behaftet oder einer dieser Seuchen verdächtig sind, darf nur unter Beachtung besonderer vorgeschriebener Vorsichtsmaßregeln in den Verkehr gebracht werden. Ein Reichsmilchgesetz ist in Vorbereitung.

Als pasteurisiert (vgl. das Kapitel Konservierungsverfahren) darf Milch nur dann bezeichnet werden, wenn sie spätestens 14 Stunden nach dem Melken mittels eines als wirksam anerkannten Pasteurisierungsverfahrens sachgemäß behandelt worden ist. Milch muß ferner durch gesunde Personen sauber ermolken und sofort durch Seihen, Filtern, Zentrifugieren von Schmutzteilchen befreit, möglichst auch gekühlt werden. Zur Aufnahme sind Gefäße aus Kupfer, Messing, Zink, schlecht glasierte Tongefäße oder eiserne Gefäße mit schadhafter innerer Emaillierung sowie Gefäße aus Weichholz verboten. Selbstverständlich darf auch verbleites Blech nicht zur Herstellung von Milchkannen oder Deckeln benutzt werden. Verzinktes Eisenblech verleiht der Milch eine unangenehmen Geschmack, Verkaufsgefäße (abgesehen von Flaschen) müssen übergreifende Deckel haben. Die Reinigung der Gefäße hat mit sauberem Wasser, dem Soda oder Kalkmilch zugesetzt werden kann (Nachspülen!) zu erfolgen. Die Verwendung von Wohn-, Schlaf- oder Krankenzimmern zu Milchverkaufsräumen ist verboten. Der Fußboden dieser Räume muß sich leicht reinigen lassen.

Vorzugsmilch soll mindestens 3 % Fett enthalten. Sie muß in besonders gut eingerichteten Stallungen (Flachställe, holländisches Verfahren) von Tieren, die vom beamteten Tierarzt untersucht und nötigenfalls der Tuberkulinprobe unterworfen und geeignet befunden worden sind, in besonders sauberer Weise gewonnen werden. Zur Fütterung dürfen nur bestimmte gute Futtermittel benutzt werden (z. B. keine Molkereirückstände, Schlempe, Melasse usw.). Die Milch muß nach der Gewinnung tief gekühlt und spätestens 15 Stunden nach der Gewinnung in fest verschlossenen Flaschen aus farblosem Glase in den Verkehr gebracht sein.

Milchverfälschung.

Die hauptsächlichsten Milchverfälschungen bestehen im Wässern und im Entrahmen. Beide Fälschungen werden bisweilen miteinander verbunden, um das spezifische Gewicht der Milch, das durch Entrahmen zu- und durch Wässern abnimmt, auf der richtigen Höhe zu halten.

Weiter kommt der Zusatz von Konservierungs- und Entsäuerungsmitteln und die Unterschiebung gekochter statt frischer Milch vor. Wegen des Nachweises dieser Verfälschungen vgl. diesen Abschnitt S. 305ff.

2. Butter.

Butter ist das aus dem Rahm abgeschiedene Milchfett mit einem geringen Zusatz von süßer oder saurer Magermilch. Die Butter wird in gesalzenem (Norddeutschland) und ungesalzenem (Süddeutschland) Zustand in den Handel gebracht. Butterschmalz ist das durch Ausschmelzen von Kasein, Wasser usw. befreite Butterfett. Der Schmelzpunkt der Butter liegt bei 41—44° C. Zur Herstellung von 1 kg Butter bedarf man etwa 25—30 Liter Milch. Das Butterfett ist gekennzeichnet durch seinen Gehalt an flüchtigen Fettsäuren.

Die Haltbarkeit der Butter wird durch saubere Herstellung und Aufbewahrung sowie durch Lagern in vor Wärme und Licht geschützten Räumen erhöht.

Die gewöhnlichen Konservierungsmittel für Butter sind die Aufbewahrung bei kühler Temperatur und das Salzen. Der höchstzulässige Salzgehalt ist gesetzlich nicht festgelegt, wird aber für Dauerbutter auf 5 % angenommen. Wegen anderer Konservierungsmittel s. unter E.

Verfälschungen sind:

1. Das Wiederauffrischen der Butter durch Behandeln verdorbener Butter mit Chemikalien.

2. Das Wässern der Butter.

3. Der teilweise Ersatz des Butterfettes durch andere Fette (Margarine, Kokosfett u. a.).

4. Der Zusatz unzulässiger Konservierungsmittel.

3. Kunstbutter.

Die Grundlage für die Herstellung der Kunstbutter, Margarine (Mège-Mouriès 1869) bildet das sog. Oleomargarin, ein aus dem Rindstalg hergestelltes, bei 20—25° schmelzendes, hauptsächlich aus Triolein bestehendes Fett. Zur Herstellung werden Oleomargarin und eventuell andere Fette wie Schweineschmalz, Baumwollsamenöl, Kokosfett, Erdnußöl u. a. mit 10 % Sesamöl (s. u.) und Milch in der Wärme verrührt und dann zum Erstarren gebracht (Rohmargarine). Aus der Masse wird durch Auskneten, Salzzusatz und Färbung die handelsfähige Margarine hergestellt.

Vom hygienischen Standpunkt aus sind gegen eine aus einwandfreiem Rohmaterial hergestellte Margarine Bedenken nicht zu erheben. Der Nährwert der Margarine steht dem der Naturbutter nicht nach. Die Unterschiede zwischen beiden sind vorwiegend im Geschmack und der küchentechnischen Verwendbarkeit begründet.

Zur Überwachung des Butterhandels bietet das Reichsgesetz vom 15. Juni 1897, betr. den Verkehr mit Butter, Käse, Schmalz und deren Ersatzmitteln[1]) die nötigen Handhaben. Die zugehörigen Ausführungsbestimmungen sind unter dem 4. Juli 1897 erlassen.

[1]) Oft kurzweg „Margarinegesetz“ genannt.

Die wichtigsten Bestimmungen des Gesetzes sind folgende:

Das Gesetz gibt keine Begriffsbestimmung für Butter [1]), sondern nur eine solche für die Butterersatzmittel Margarine und Kunstspeisefett. Danach sind Margarine im Sinne des Gesetzes „diejenigen, der Milchbutter oder dem Butterschmalz ähnlichen Zubereitungen, deren Fettgehalt nicht ausschließlich der Milch entstammt, Kunstspeisefett dagegen diejenigen dem Schweineschmalz ähnlichen Zubereitungen, deren Fettgehalt nicht ausschließlich aus Schweinefett besteht". Die Bezeichnung „Kunstbutter" ist also kein gesetzlich bestimmter Ausdruck. Das Gesetz verlangt getrennte Verkaufsräume für Butter und deren Ersatzmittel für Orte von 5000 Einwohnern an, deutliche Deklaration des Inhalts an den Gefäßen mit den Ersatzmitteln und Anbringung eines breiten roten Streifens um das Gefäß als Kennzeichen. Auch im Einzelverkauf muß eine Deklaration stattfinden durch Bezeichnung auf der Hülle oder Einpressung der Bezeichnung. Margarine darf nur in würfelförmigen Stücken verkauft werden.

Die Vermischung von Butter mit Margarine oder anderen Speisefetten zum Zwecke des Handels ist verboten. Margarine und Margarinekäse, die zu Handelszwecken bestimmt sind, müssen einen die Erkennbarkeit der Ware mittels chemischer Untersuchung erleichternden Zusatz enthalten, d. h. nach den Ausführungsbestimmungen müssen den bei der Fabrikation der Margarine zur Verwendung kommenden Fetten und Ölen mindestens 10 Gewichtsteile Sesamöl zugesetzt werden. Die Verwendung unschädlicher Farbstoffe bei der Margarinefabrikation ist erlaubt.

Die Margarinefabrikation ist anzeigepflichtig; die Polizeibeamten und Sachverständigen dürfen die Fabrikationsräume jederzeit, die Lager- und Verkaufsräume während der Geschäftszeit betreten, revidieren und Proben entnehmen. Die Unternehmer haben Auskunft über Herstellungsverfahren, Rohstoffe usw. zu erteilen.

Die angedrohten Strafen gehen bis zu 6 Monaten Gefängnis und 1500 Mark Geldstrafe.

Die von warmblütigen Tieren unmittelbar gewonnenen Fette (also auch Margarine) sind Teile des Fleisches und unterliegen daher dem Fleischbeschaugesetz. Die Butter unterliegt dem letztgenannten Gesetze dagegen nicht.

Die Verwendung bestimmter Rohfette für die Margarinefabrikation (an die Stelle des Oleomargarin sind manche andere Fette getreten, wie Schweineschmalz, Rinderfett, Kokosfett, Sesamöl, Baumwollsamenöl, Erdnußöl u. a.) ist nicht vorgeschrieben. So sind gelegentlich auch giftige Fette in die Margarine hineingeraten (Vergiftungen mit Altonaer Margarine 1910). Infolge Rundschreibens des Reichskanzlers vom 30. Juli 1911 an die Bundesregierungen ist daher in Preußen unter dem 27. September 1911 ein Ministerialerlaß, betr. Überwachung der Margarine- und Kunstspeisefettfabriken ergangen.

Nach diesem Erlaß soll die Überwachung nach Maßgabe der §§ 7—9 des Margarinegesetzes streng gehandhabt und dabei Nachschau nach den verwendeten Rohstoffen gehalten werden, auch nach etwaigen Konservierungsmitteln. Von neuen Rohfetten sind dem Reichsgesundheitsamt zur Prüfung Proben von 2 kg einzusenden.

Nach den im Reichsgesundheitsamt ausgearbeiteten Entwürfen zu Festsetzungen über Lebensmittel dürfen für Genußzwecke nicht in den Verkehr gebracht werden [2]):

1. Butter, zu deren Herstellung Milch von Tieren verwendet worden ist, die mit Rinderpest, Milzbrand, Rinderseuche, Tollwut oder Blutvergiftung behaftet sind oder welche an Eutertuberkulose leiden oder derselben dringend verdächtig sind. Für rohe Milch genügt der Verdacht der Eutertuberkulose oder äußerlich sonst erkennbare Tuberkulose, um sie vom Verkehr auszuschließen.

2. Margarine, zu deren Herstellung Milch der in Nr. 1 bezeichneten Art verwendet worden ist.

---

[1]) Als reine Naturprodukte gelten nur Butter, Käse, Schmalz.

[2]) Die folgenden Angaben sind auszugsweise, aber nicht immer wörtlich dem Heft 2 der Entwürfe zu Festsetzungen über Lebensmittel, Berlin 1912 (Verlag von Julius Springer) entnommen.

3. Fett, zu dessen Herstellung Teile von gefallenen Tieren oder bei der Fleischbeschau als untauglich beanstandete Teile geschlachteter Tiere verwendet worden sind.

4. Fett, zu dessen Herstellung bei der Fleischbeschau als bedingt tauglich beanstandete tierische Teile verwendet worden sind, es sei denn, daß diese nach Maßgabe der Vorschriften des Fleischbeschaugesetzes zum Genusse für Menschen brauchbar gemacht worden sind.

5. Solche Arten von Fetten und Ölen, deren Unschädlichkeit für den Menschen nicht feststeht.

6. Fette oder Öle, denen die nachbezeichneten Stoffe zugesetzt worden sind: Ameisensäure, Borsäure, Fluorwasserstoffsäure, Salicylsäure, schweflige Säure, Salze oder Verbindungen dieser Säuren, unterschwefligsaure Salze, Formaldehyd oder solche Stoffe, die bei ihrer Verwendung Formaldehyd abgeben. Von Benzoesäure glaubt man einen Zusatz bis zu 0,2% zur Margarine gestatten zu sollen.

Als verdorben sind anzusehen alle durch Mikroorganismentätigkeit oder auf andere Weise so veränderte (ranzig, sauer, faulig, bitter usw. gewordene) oder in ekelerregender Weise verunreinigte Speisefette und Speiseöle, daß sie für den bestimmungsgemäßen Gebrauch nicht geeignet sind.

Als verfälscht, nachgemacht oder irreführend bezeichnet sind u. a. anzusehen: Butter oder butterähnliche Margarine, die weniger als 80% Fett oder in ungesalzenem Zustande mehr als 18%, in gesalzenem Zustande mehr als 16% Wasser enthält; Butter, die andere Konservierungsmittel als Kochsalz enthält; Butter, die mit Margarine oder anderen Fetten und Ölen versetzt ist; Margarine, die andere Konservierungsmittel als Kochsalz (oder über 0,2% Benzoesäure) enthält, oder die unter Verwendung widerlich schmeckender oder riechender oder für den menschlichen Genuß untauglicher Fette oder Öle oder derartiger Zusatzstoffe hergestellt ist, ferner Schweineschmalz und sonstige tierische Speisefette (außer Butter), die künstlich gefärbt oder mit Konservierungsmitteln versetzt sind oder andere fremde Stoffe enthalten oder zu deren Herstellung bei der Fleischbeschau als bedingt tauglich beanstandete und zum Genusse für Menschen brauchbar gemachte Tierteile verwendet worden sind, sofern sie nicht in einer diese Beschaffenheit erkennbar machenden Weise bezeichnet sind; Kunstspeisefett (s. o.), das unter Verwendung widerlich schmeckender oder riechender oder für den menschlichen Genuß untauglicher Fette oder Öle oder derartiger Zusatzstoffe hergestellt ist oder das Zusätze von Konservierungsmitteln, Mineralstoffen oder unverseifbaren Stoffen enthält; pflanzliche Speiseöle und Speisefette, die mit Konservierungsmitteln versetzt sind oder tierische Fette oder Öle oder andere fremde Stoffe enthalten.

Gesetzwidrig ist Margarine, zu deren Herstellung Butter oder mehr als 100 Gewichtsteile Milch auf 100 Gewichtsteile der nicht der Milch entstammenden Fette verwendet worden ist oder die in 100 Gewichtsteilen der angewandten Fette und Öle nicht mindestens zehn Gewichtsteile Sesamöl von der vorgeschriebenen Beschaffenheit enthält.

4. Käse.

Das Kasein der Milch wird entweder durch Lab (Enzym des Kälbermagens) oder durch Milchsäure zur Abscheidung gebracht.

Unter den aus Kuhmilch hergestellten Labkäsen sind die hauptsächlichsten: Schweizer, Emmentaler, Edamer Käse, von den Sauermilchkäsen sind die Harzer Käse am bekanntesten. Der Fettgehalt der Käse schwankt, je nach der Herstellung, zwischen etwa 3 und 40% (Gervais).

Die Käse machen (abgesehen von dem in ungereiftem Zustand verzehrten Quark), bevor sie handelsfähig sind, einen durch Mikroorganismen bedingten Zersetzungsprozeß durch, welchen man das „Reifen“ der Käse nennt. Die Zersetzungsprodukte bedingen den verschiedenen Geruch und Geschmack sowie die Struktur.

Die Zugabe von Käse zur Milchnahrung erhöht die Ausnutzung der letzteren.

Der Kunst- oder Margarinekäse spielt einstweilen im Handel noch keine erhebliche Rolle.

Das Heft 4 der vom Reichsgesundheitsamt herausgegebenen „Entwürfe zu Festsetzungen über Lebensmittel“ (1913) gibt für Käse Begriffsbestimmungen, Verbote zum Schutze der Gesundheit, Grundsätze für die Beurteilung und Vorschriften für die Untersuchung.

Danach soll z. B. Käse nicht in den Verkehr gebracht werden, zu dessen Herstellung Milch verwendet worden ist, die nach der Zusammenstellung auf S. 249 nicht verwendet werden darf. Ferner ist der Zusatz der meisten Konservierungsmittel verboten.

D. Die vegetabilischen Nahrungsmittel.

Als Energieträger sind von den vegetabilischen Nahrungsstoffen und Nahrungsmitteln: Zucker, Stärkemehle, Brot, Teigwaren, Kartoffeln und Hülsenfrüchte (Erbsen, Bohnen, Linsen) die wichtigsten. Ein Blick auf die Tabelle S. 236 lehrt, daß ihnen gegenüber die anderen Gemüse und das Obst als Energiequelle weit zurückstehen, einmal ihres großen Wassergehaltes wegen und dann wegen ihres oft beträchtlichen Gehaltes an für den menschlichen Darm schwer verdaulicher Rohfaser (vgl. S. 230). Seitens der Bevölkerung werden Gemüse und Obst in ihrer Bedeutung als Nahrungsmittel meist überschätzt. Sie sind zwar äußerst wertvolle Mittel, um die Nahrung abwechslungsreicher zu gestalten, im Grunde aber doch nur eine Beikost. Nur den wichtigsten Nahrungsmitteln können hier besondere Besprechungen gewidmet, im übrigen muß auf die Angaben der Tabelle S. 236 und auf die Lehrbücher der Nahrungsmittelchemie verwiesen werden.

1. Zucker.

Unter Zucker schlechthin wird der Rohrzucker verstanden, der aus dem Zuckerrohr (Kolonialzucker) oder aus der Zuckerrübe hergestellt wird.

Die Entdeckung des Zuckergehaltes der Rübe durch den Chemiker Marggraf fällt in das Jahr 1747, doch kam die Rübenzuckerfabrikation erst später in Aufnahme. Vor dem Kriege stellte Deutschland allein in mehreren hundert Fabriken jährlich rund 50 Millionen Zentner Rübenzucker her. Die Fabrikation erfolgt durch Auslaugen der zerkleinerten Rüben durch heißes Wasser (Diffusionsverfahren), Ausfällen der gelösten Nebenprodukte durch Ätzkalk (Scheidung), Entfernung des überschüssigen Kalkes durch Kohlensäure (Saturation), Eindampfen des Zuckersaftes und Kristallisierenlassen. Der übrigbleibende, nicht mehr kristallisierfähige Saft heißt Melasse. Er enthält noch große Mengen von Zucker, die durch weitere Verarbeitung auf Zucker und durch Vergärung (Spiritusgewinnung) ausgenutzt werden. Der verbleibende Rest heißt Schlempe. Der gewonnene Rohzucker wird noch der Raffination unterworfen. In normalen Zeiten sind Verfälschungen des Zuckers selten. Bei der Herstellung von Zuckerwaren werden gelegentlich giftige oder sonst unzulässige Stoffe (Arsen, Zinn, Teerfarbstoffe, Nitrobenzol, Süßstoff) in die Ware hineingebracht.

Eine andere wichtige Zuckerart des Handels ist der Stärkezucker. Er wird aus Stärkemehl durch Kochen mit verdünnter Schwefelsäure gewonnen, entsprechend der Gleichung $C_6H_{10}O_5 + H_2O = C_6H_{12}O_6$. Er besteht hauptsächlich aus Dextrose, enthält daneben Dextrine u. a. Er ist nur etwa $^1/_3$ so süß als Rohrzucker, also minderwertiger als dieser. Die Umwandelbarkeit der Stärke in Zucker durch Kochen mit Säuren wurde 1811 durch den Chemiker Kirchhoff entdeckt. Der Stärkezucker und der Stärkesirup werden in ausgedehntem Maße bei der Herstellung von Zucker- und Konditorwaren, zur Herstellung obergäriger Biere, von Kunsthonig usw. benutzt. Durch die Art seiner Herstellung können ihm Verunreinigungen anhaften.

Invertzucker ist ein aus Rohrzucker durch Erwärmen mit verdünnten Mineralsäuren hergestelltes Gemisch von Traubenzucker und Fruchtzucker. Da der Fruchtzucker (Lävulose) stärker dreht als die Dextrose, so dreht der Invertzucker, im Gegensatz zu dem Ausgangsmaterial, dem Rohrzucker, links, daher

der Name (invertieren = umkehren). Die analytische Bestimmung des Rohrzuckers beruht auf seiner Überführung in Invertzucker.

Honig besteht im wesentlichen aus Invertzucker, mit Überwiegen der Lävulose. Daneben enthält der Honig Rohrzucker, Dextrine, Stickstoffsubstanzen, organische Säuren, Aromastoffe usw. Verfälschungen des Honigs durch Zusatz von Rohrzucker, Invertzucker, Stärkezucker sind ungemein häufig. Der Nachweis der Verfälschung gründet sich auf die Prüfung auf künstlichen Invertzucker, auf das verschiedene Verhalten der echten Honigdextrine und der Dextrine des Stärkezuckers und andere Feststellungen. Das Heft 1 der vom Reichsgesundheitsamt herausgegebenen „Entwürfe zu Festsetzungen über Lebensmittel" 1912) gibt Begriffsbestimmungen, Grundsätze für die Beurteilung und Vorschriften für die Untersuchung des Honigs.

Nach dem Reichsgesetz, betreffend den Verkehr mit künstlichen Süßstoffen vom 7. Juli 1902 (sog. Saccharingesetz) nebst Ausführungsbestimmungen vom 23. März 1913 dürfen künstliche Süßstoffe, welche süßer als Rohr- oder Rübenzucker sind, aber keinen entsprechenden Nährwert besitzen, nur unter bestimmten Bedingungen eingeführt, feilgehalten, verkauft, oder bei der gewerblichen Herstellung von Nahrungs- oder Genußmitteln verwendet werden. Der zugelassene Süßstoff ist das Saccharin (o-Benzoesäuresulfimid), das sowohl rein, als auch als Natriumsalz im Verkehr ist. Das reine Saccharin ist in Wasser schwer, das Salz in Wasser leichter löslich. Die Süßkraft beträgt das 500- bzw. 300fache des Rohrzuckers. Neben dem Saccharin sind auch andere Süßstoffe während des Krieges in beschränktem Umfange zugelassen worden (Dulcin).

Die Abgabe des Saccharins erfolgt im allgemeinen nur durch die Apotheken. Die mit Süßstoff hergestellten Nahrungsmittel müssen als solche kenntlich gemacht sein. Das Süßstoffgesetz entspringt nicht gesundheitlichen Forderungen sondern dient im wesentlichen zum Schutz der deutschen Zuckerindustrie.

Der Zusatz von Süßstoff zu Nahrungsmitteln ist, da das Saccharin keinen Nährwert besitzt, als Verfälschung anzusehen.

2. Mehl.

Aus den Getreidefrüchten (Weizen, Roggen, Gerste, Hafer, Mais usw.) werden die wichtigsten vegetabilischen Nahrungsmittel für den Menschen, die Getreidemehle hergestellt. Für Deutschland sind die Hauptbrotfrüchte Roggen und Weizen, in anderen europäischen Ländern wird auch Gerste und Hafer, ferner Mais zur Brotbereitung benutzt. Dazu kommen große Mengen von eingeführtem Reis.

Die Getreidemehle enthalten: Stärkemehl, Eiweißstoffe (Kleber), Fett, Rohfaser und Salze. Unter letzteren wiegen Verbindungen des Kalium, Magnesium und der Phosphorsäure vor.

Über die Zusammensetzung der Mehle gibt die folgende Tabelle Aufschluß (Mittelzahlen).

	Eiweiß %	Fett %	Stärkemehl %
Weizenmehl	rund 11 { 10,2	rund 1,5 { 0,9	rund 70 { 74,8
Roggenmehl	11,5	2,1	69,7
Gerstenmehl	10,9	1,5	71,7
Hafermehl	14,7	5,9	64,7
Maismehl	14,0	3,8	67,6
Reismehl	7,4	0,7	79,0

Durch Herauswaschen des Klebers erhält man die reinen Stärkemehle (Weizenstärke, Maisstärke, Reisstärke). Aus den Mehlen werden verschiedene Mühlenfabrikate wie Grütze, Graupen, Grieß, aus den Mahlprodukten des Weizens auch Teigwaren (Nudeln, Suppeneinlagen, Makkaroni usw.) hergestellt.

Das den Mühlen zugeführte Getreide kann stark verunreinigt, bisweilen auch mit erheblichen Mengen giftigen Unkrautsamens (Kornrade, Taumellolch u. a.) oder mit Pilzverunreinigungen (Mutterkorn) durchsetzt sein; Mehl leidet öfter an dumpfem Geruch, meist infolge unzweckmäßiger Aufbewahrung. Aus gekeimtem oder verschimmeltem Getreide hergestelltes Mehl liefert einen ungenießbaren Teig und ist daher als verdorben zu betrachten. Das gleiche gilt von Mehl, welches von Mehlschädlingen, Milben, Käferlarven und Raupen der Mehlmotte stark befallen ist. Eine Befreiung der Mühlen von diesen lästigen Schmarotzern geschieht neuerdings mit gutem Erfolge durch die Durchgasung mittels Blausäuredämpfen in Konzentrationen von 1—1,5 Vol.-%. Bleibeimengungen zum Mehl sind beobachtet worden bei der Benutzung mit Blei ausgegossener Mahlsteine. Verfälschungen des Mehles sind selten. Der Wassergehalt des Mehles sollte 15% nicht überschreiten auch bei starker Ausmahlung.

Zur Herstellung von Brot wird fast ausschließlich Weizenmehl und Roggenmehl benutzt; ersteres liefert das sog. Weißbrot, letzteres das sog. Schwarzbrot, Mischungen von Roggen- und Weizenmehl das Graubrot. Pumpernickel besteht aus kleiehaltigem Roggenmehl, Grahambrot aus geschroteten (nicht fein zermahlenen) Getreidekörnern, ohne Hefegärung hergestellt. Die Unterschiede zwischen Weizen- und Roggenmehl sind mehr physikalischer als chemischer Natur. Kommißbrot ist kleiehaltiges Roggenbrot.

Der Brotteig bedarf der Lockerung durch Gasentwicklung innerhalb des Teiges. Die Gasentwicklung wird hervorgerufen durch Gärung mittels Branntweinpreßhefe. Diese zerlegt den im Brotteig vorhandenen oder sich durch diastatische Fermente bildenden Zucker in Kohlensäure und Alkohol. Auch durch Zusatz von kohlensauren Salzen (Ammoniumkarbonat u. dgl.), welche beim Backprozeß Kohlensäure entwickeln (Backpulver) kann Lockerung erzielt werden. Dieses Verfahren wird hauptsächlich bei der Kuchenbäckerei angewandt.

Statt frischer Hefe kann auch gegorener alter Teig (Sauerteig) dem unvergorenen Teig zugesetzt werden. Dies geschieht hauptsächlich bei der Herstellung des Schwarzbrotes. Hierbei geht neben der Hefegärung noch eine durch Mikroorganismen bedingte Gärung einher, bei welcher saure Produkte (Milchsäure) gebildet werden. Das Schwarzbrot erhält hierdurch den spezifischen Geschmack.

Der bei der Gärung entstehende Alkohol geht beim Backprozeß bis auf wenige Zehntel Prozent verloren.

Beim Backen werden Temperaturen von 200° bei Weißbrot, bis 270° bei Schwarzbrot erreicht. Hierbei bilden sich die an aromatischen Röstprodukten reichen Brotkrusten. Trotzdem erreicht im Inneren des Brotes die Temperatur gewöhnlich nicht mehr als 94—104°, doch genügt dies im allgemeinen zur Abtötung störender Mikroorganismen.

Nach K. B. Lehmann sollen 100 g rindenfreies Brot, mit heißem Wasser ausgezogen, nicht mehr als 4 (frisches Weißbrot) bzw. 6—7 (Schwarzbrot) ccm Normallauge zur Neutralisation (Phenolphthalein als Indikator) verbrauchen. Der Säuregrad des Kriegsbrotes lag meist etwas höher (7—9). Die Säure des Brotes wird durch Milchsäure, Fettsäuren und saure Phosphate bedingt. Aus 100 Teilen Mehl erhält man rund 125, bei hoch ausgemahlenem Mehl bis 136 Teile Brot.

Das fertige Brot (die Krume) enthält etwa 30—40% Wasser, 6—7% Stickstoffsubstanz und 50—60% stickstofffreie Stoffe (Kohlehydrate). Der Gehalt an Zellulose ist gering und beläuft sich in feinem Weißbrot (Weizenbrot) auf etwa 0,3%, im Kommißbrot auf 1,6%. Der Wassergehalt der Krume soll bei gutem Brot 40—45%, der Aschegehalt (nach Abzug des Kochsalzes) 2,5% nicht übersteigen.

Schimmliges und fadenziehendes Brot ist als verdorben zu bezeichnen.

Ein Durchschnitt durch die äußeren Teile eines Weizenkornes (Abb. 114) bei stärkerer Vergrößerung zeigt den Aufbau des Kornes aus verschiedenen Zellen. Von außen nach innen besteht das Getreidekorn aus Schale und Endosperm, das Endosperm wieder aus Kleberschicht (Aleuronatschicht) und Mehlkörper. Das Eiweiß des Kornes sitzt teils als echter Kleber im Mehlkörper, aus dem es durch Auswaschen zu entfernen ist, teils als sog. Kleber (Kleieneiweiß) in den sog. Kleberzellen, die die Kleberschicht bilden. Hier ist es, wie die Abbildung zeigt, in sehr dickwandigen rechteckigen Zellen eingeschlossen.

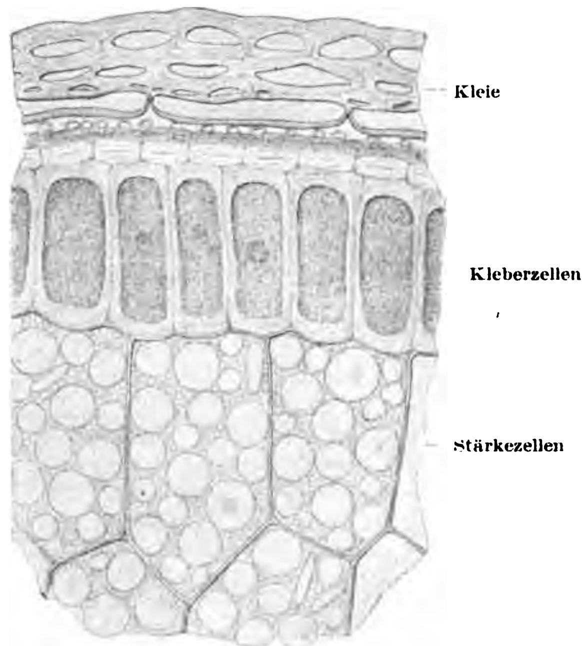


Abb. 114. Durchschnitt durch die äußeren Teile eines Weizenkornes. (Aus Hager-Mez.)

Der Stickstoff dieser Kleberschicht ist wegen der Unzugänglichkeit der Zellwandungen für die Verdauungssäfte des menschlichen Organismus für den Menschen nicht ohne weiteres ausnutzbar, nur nach Zertrümmerung der Zellen durch das Mahlverfahren wäre das möglich. Diese Zertrümmerung ist aber bisher meist auf große, nicht völlig überwundene Schwierigkeiten gestoßen. Das Bestreben, diese Schichten mit in das Mehl hineinzunehmen (Vollkornbrot), beruht teils auf der Vorstellung, daß das Kleieneiweiß ernährungsphysiologisch besonders wertvoll sei (vgl. hierzu die Ausführungen über „Ergänzungsnährstoffe" auf S. 284), teils auf der Absicht, das Mehl quantitativ besser auszunutzen, also zu strecken. Letztere Absicht war während des Weltkrieges in Deutschland maßgebend für die stärkere Ausmahlung des Getreides. In Friedenszeiten pflegte man das Weizenmehl bis zu 75%, das Mischgetreide für das Brot bis zu 65% auszumahlen. Während des Krieges hat man den Ausmahlungsgrad zunächst auf 80% für Weizenmehl und 82% für

Roggenmehl, später sogar auf 94% erhöht. Je höher der Ausmahlungsgrad, um so dunkler und unansehnlicher wird das Mehl. Die Kleie, sonst ein zur Fütterung des Viehes begehrtes Abfallprodukt der Müllerei, wurde somit der menschlichen Ernährung nutzbar zu machen versucht, obgleich ihre schlechte Ausnutzbarkeit bekannt war. Die Frage der ernährungsphysiologischen Bewertung der Vollkornbrote ist durch diese Maßnahmen wieder in den Vordergrund des Interesses getreten.

Die bisherigen Erfahrungen hinsichtlich der Brotausnutzung lassen sich (nach R. O. Neumann) wie folgt zusammenstellen:

	Brotart	Verluste im Kot in Prozenten:		
		Trockensubstanz	Eiweiß	Rohfaser
Gewöhnliche Herstellungsverfahren	Brot aus feinstem Weizenmehl	5,81	13,91	65,00
	Weizenbrot (80%)	—	17,34	66,34
	Kommißbrot	—	20,35	71,55
	Roggenbrot (80%)	11,29	24,73	77,35
	K.-Brot (Schwarzbrot)	16,48	34,16	79,54
	Pumpernickel	19,3	39,65	86,47
Besondere Herstellungsverfahren	Finklerbrot mit 10% Schalen	14,9	32,50	—
	Schlüterbrot	11,6	44,32	—
	Growittbrot („grob")	13,55	23,51	53,15

Der Verlust an Eiweißsubstanz im Kot steigt bei den Broten, die in gewöhnlicher Weise hergestellt sind, mit abnehmender Feinheit des Mehles und dem höheren Kleiegehalt, d. h. je mehr Zellulose im Brote vorhanden ist, um so schlechter wird auch das Eiweiß ausgenutzt. Das unvollkommenste Erzeugnis in dieser Beziehung ist der Pumpernickel. Mit steigender Ausmahlung steigt die gesamte Kotbildung und damit der Verlust auch an Kohlehydraten und Zellulose. Mit der Streckung des Brotes durch stärkere Ausmahlung wird daher meist ernährungsphysiologisch kein Nutzen erzielt, nur die Masse des Brotes wird vergrößert. Die Ausmahlung sollte jedenfalls 80% nicht übersteigen.

Von den besonderen Verfahren der Brotherstellung, welche eine bessere Verwertung der Kleie anstreben, mögen erwähnt werden das Finklerbrot (Vermahlen der Kleie in nassem Zustande unter Zusatz von Kochsalz und Kalk zu sog. Finalmehl in besonders konstruierten Apparaten und Zusatz dieses Mehles zum Brotmehl), das Verfahren nach Klopfer (besonderes Zerkleinerungsverfahren, längere Backzeit) und neuerdings das Großsche Verfahren („Growittbrot" der Vollbrot-Verwertungs-Gesellschaft m. b. H. in Berlin), welches nach besonderem Verfahren unter Umgehung des gewöhnlichen Mahlprozesses erlaubt, in wenigen Stunden aus dem Korn ein Brot herzustellen, das alle Bestandteile des Getreidekorns mit Ausnahme der äußersten Kornhülle enthält. Wie aus den in vorstehender Tabelle angegebenen, von R. O. Neumann erhaltenen Werten hervorgeht, würde dieses Verfahren der Brotbereitung ernährungsphysiologisch einen gewissen Fortschritt bedeuten. Auch vom hygienischen Standpunkt aus wäre dies Verfahren zu begrüßen, da bei seiner Herstellung eine Berührung des Teiges mit den Händen fortfällt und das Ausgangsmaterial nicht als Mehl, sondern als Getreide gelagert wird, eine Mehlverderbnis also nicht vorkommen kann. Eine endgültige Stellungnahme zu diesen Verfahren muß indessen noch vorbehalten werden.

Das Brot ist das wichtigste Nahrungsmittel überhaupt, da auch bei ausschließlichem Brotgenuß niemals Widerwillen gegen

seine Aufnahme zu beobachten ist und es in ungemein bequemer Form allenthalben und jeder Zeit zur Verfügung steht.

Der mittlere Brotverbrauch für den Tag und den Kopf der Bevölkerung Deutschlands in normalen Zeiten ist auf 450 g zu veranschlagen; während der Kriegszeit erfolgte eine Rationierung, die nur 1950 g wöchentlich einschließlich Mehl auf den Kopf der Bevölkerung betrug (= rund 250 g Brot täglich).

Ernte und Verbrauch von Brotfrüchten und Kartoffeln im Deutschen Reiche im Jahre 1913. (Nach Stoklasa.)

	Geerntet t	Verbraucht t	Überschuß t	Fehlend t
Weizen	4 636 000	6 328 000	—	1 692 000
Roggen	12 222 000	10 598 000	1 624 000	—
Gerste	3 673 000	6 669 000	—	2 996 000
Hafer	9 713 000	9 028 000	685 000	—
Kartoffeln	51 829 000	45 237 000	6 592 000	—

Die Weizen- und Gersteproduktion bedarf also in Deutschland einer nicht unerheblichen Steigerung, um es in diesen Produkten vom Auslande unabhängig zu machen. In Friedenszeiten stellte sich durch die erhebliche Weizeneinfuhr das Verbrauchsverhältnis von Roggen zu Weizen nur wie 3: 2 und bei der Brotbereitung etwa wie 2: 1.

3. Die übrigen vegetabilischen Nahrungsmittel.

Hülsenfrüchte.

Erbsen, Bohnen und Linsen zeichnen sich durch einen hohen Eiweißgehalt aus, der zwischen 23 und 28% liegt. Der Gehalt an Stärkemehl beträgt 49—54%, der Fettgehalt 1,6—1,9%. Die Ausnutzung des Eiweißes der Leguminosen ist aber unzulänglich und entspricht nur etwa der des Broteiweißes. Mit den Kalkverbindungen des Wassers verbindet sich das Eiweiß der Hülsenfrüchte, das Legumin, zu einer unlöslichen Verbindung, so daß die Ausnutzung in solchen Fällen noch weiter zurückgeht. Man hat auch versucht die Lupine (nach Entbitterung ihrer Samen) der menschlichen Ernährung dienstbar zu machen. Die gehaltreichste Hülsenfrucht ist die in Zentralasien, China und Japan viel benutzte Sojabohne, die einen Eiweißgehalt von 32—44% und einen Fettgehalt von 17—20% besitzt. Anbauversuche in Deutschland sind im Gange.

Kartoffel.

Trotz ihres geringen Gehaltes an Stickstoffsubstanz (2,1%) und Kohlehydraten (21%) ist die Kartoffel, welche erst seit der 2. Hälfte des 18. Jahrhunderts in Europa größere Verbreitung gefunden hat, nächst dem Brot das wichtigste Volksnahrungsmittel geworden. Das Eiweiß der Kartoffel hat eine erhebliche biologische Wertigkeit (vgl. S. 229). Ein großer Teil des Stickstoffs ist in der Kartoffel als Aminosäure vorhanden. Die Ausnutzung der Kartoffel, in Breiform genossen, ist etwa der feinen Weizenmehls gleich zu setzen.

Aus der Kartoffel werden hergestellt: Trockenkartoffelmehl und Kartoffelstärkemehl, die in Deutschland am meisten hergestellte Stärkeart; ferner Kartoffelflocken und Kartoffelwalzmehl, beide aus gekochten Kartoffeln. Durch Einrichtung von Kartoffeltrocknungsanlagen kann dem oft sehr beträchtlichen Verlust, dem die Kartoffeln beim Lagern durch Fäulnis und Auskeimen ausgesetzt sind, wirksam begegnet werden. Diese Maßnahmen waren namentlich während des Weltkrieges geboten. Die Kartoffel ist in diesen Zeiten auch zur Streckung des Brotes herangezogen worden. Die trockene Kartoffelstärke enthält rund 80% Stärkemehl neben kleinen Mengen von Stickstoffsubstanz, Fett und Rohfaser. Sie dient als Ausgangsmaterial für die Herstellung von Stärkezucker und Stärkesirup (s. o.). Aus der Kartoffel wird auch der Kartoffelbranntwein hergestellt, nachdem die Stärke der Kartoffel verkleistert und dann durch Diastase in vergärbare Maltose verwandelt worden ist. Der bei weitem größte Teil des Branntweins war in Deutschland in Friedenszeiten Kartoffelsprit. Der Rückstand von der Destillation, die Schlempe, dient vorwiegend als Viehfutter.

Wegen der Zusammensetzung der Gemüse und des Obstes und hinsichtlich ihrer Bewertung als Nahrungsmittel vgl. die Tabelle und die Bemerkungen auf den Seiten 236 und 251.

Die Pilze spielen eine erhebliche Rolle als Nahrungsmittel nicht, erheischen aber wegen der mit ihrem Genuß verbundenen Vergiftungsgefahr eine gesonderte kurze Besprechung. Zwar soll nach neueren Untersuchungen das Pilzeiweiß besser ausnutzbar sein, als man bisher angenommen hat, doch können trotzdem Pilze nur als Beikost oder Würze gelten. Getrocknete Pilze besitzen etwa 80% Trockensubstanz mit über 20% Eiweiß. Frische Pilze haben einen Wassergehalt von etwa 90%.

Unter den Pilzen gibt es etwa 40 eßbare Sorten. Unter ihnen sind die beliebtesten: der Champignon, der echte Reizker, der Pfifferling, der Steinpilz, die Trüffel und die Morchel. Mit eßbaren Pilzen werden folgende Giftpilze häufiger verwechselt: Der Knollenblätterschwamm mit dem Champignon, der Giftreizker mit dem echten Reizker und dem Pfifferling, der Satanspilz mit dem Steinpilz, die Lorchel, die nur bedingt giftig ist (Methämoglobinurie), da sie durch Abkochen und Fortgießen des Kochwassers unschädlich gemacht werden kann, mit der Morchel (Helvella esculenta), der Kartoffelbovist mit der Trüffel. Die meisten Vergiftungen und Todesfälle ruft der Knollenblätterschwamm hervor, namentlich seine grünliche Varietät.

Im Interesse der öffentlichen Gesundheitspflege sollte man sich auf das Sammeln nur weniger, leicht und unzweifelhaft als harmlos erkennbarer Arten beschränken, auch sollte das Kochwasser der Pilze grundsätzlich nicht zum Genuß dienen.

Die an und für sich verdienstliche Herausgabe zahlreicher Pilztafeln und Pilzmerkblätter vermag dem Unerfahrenen eine genügende Vorbildung für das Sammeln von Pilzen nicht zu geben. Nur längere praktische Anleitung verleiht die notwendige Sicherheit in dem Erkennen von Pilzen.

E. Die Konservierung von Lebensmitteln durch physikalische und chemische Einflüsse.

1. Die Konservierung durch Kälte.

Praktisch erzeugt man Kälte, indem man dem Mittel, welches Kälteträger sein soll, z. B. einer Salzsole, Wärme entzieht. Hierzu bedarf man besonderer Kältemaschinen. Mit Hilfe der stark unter den Gefrierpunkt abgekühlten Salzsole läßt sich dann Wasser zum Gefrieren bringen (Kunsteis). Beim Übergang in

den flüssigen Aggregatzustand gibt das Eis seine Kälte ab. 1 kg Eis von 0°, das in 1 kg Wasser von 0° übergeht, vermag seiner Umgebung rund 80 (große) Kalorien Wärme zu entziehen („Schmelzwärme"). So wie das Eis, so verbrauchen auch andere feste Körper, z. B. Salze beim Auflösen in Wasser Wärme. Bei einigen Salzen ist dieser Wärmeverbrauch so bedeutend, daß man sie zur Herstellung von Kältemischungen benutzt. So geht die Temperatur einer Mischung von 16 Teilen Wasser von + 10°, 5 Teilen Salmiak und 5 Teilen Salpeter auf — 12° herunter, die Lösung von 1 Teil Ammoniumnitrat in 1 Teil Wasser von + 10° sogar auf — 15° C. Mischt man mit Schnee oder Eis, so kann man sich noch deren Schmelzwärme nutzbar machen. So kühlt sich eine Mischung von 2 Teilen Schnee von 0° und 1 Teil Kochsalz auf — 20° C ab.

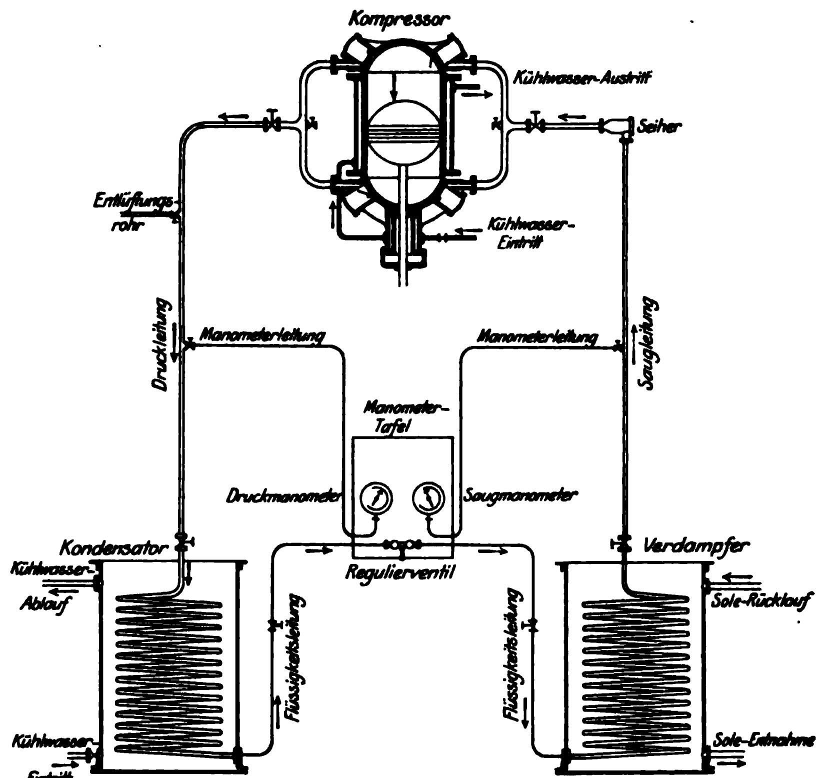


Abb. 115. Schematische Abbildung einer Kompressionskältemaschine. (System Borsig.)

Für die maschinelle Erzeugung von Kälte benützt man das Mittel der Expansion komprimierter Gase oder die Verdunstung flüssiger Körper. Als Kälteträger kann man Luft oder geeignete Gase (Ammoniak, schweflige Säure, Kohlensäure), letztere in komprimiertem flüssigen Zustande benutzen. Die verdampften Gase werden entweder durch Adsorption in geeigneten Mitteln zurückgewonnen oder durch Kompression und Abkühlung wieder verdichtet und in den Kreislauf zurückgebracht. Die so arbeitenden „Kompressions-Kaltdampfmaschinen" sind heutzutage weitaus am verbreitetsten. Am kompendiösesten lassen sich Kohlensäuremaschinen bauen, dafür aber arbeiten sie unter sehr hohem Druck (60—80 Atmosphären). Am niedrigsten ist der Arbeitsdruck bei den mit schwefliger Säure arbeitenden Maschinen (4—5 Atmosphären). die Ammoniakmaschinen stehen in der Mitte (8—12 Atmosphären). In Abb. 115 ist das Schema einer Kompressions-Kältemaschine (Bauart: A. Borsig, Berlin-Tegel) dargestellt.

Der Kompressor ist im wesentlichen eine mit selbsttätigen Ventilen versehene Luftpumpe. Er saugt das dampfförmige Kältemedium, also die schweflige Säure,

das Ammoniak oder die Kohlensäure aus dem Rohrsystem des Verdampfers ab, verdichtet das Kältemedium und drückt es in die Rohrsysteme des Kondensators.

In den Rohrschlangen dieses Apparates findet die Verflüssigung des Kältemediums unter dem Einfluß des Druckes und des Kühlwassers statt. Letzteres durchfließt den Apparat von unten nach oben im Gegenstrom zu dem in dem Rohrsystem befindlichen Kältemedium. Der Übertritt des verflüssigten unter Druck stehenden Kältemediums in die Rohrsysteme des Verdampfers vollzieht sich unter Vermittlung des Regulierventils.

Im Verdampfer herrscht ein erheblich niedrigerer Druck als im Kondensator; das flüssige Kältemedium verdampft daher hier bei tiefer Temperatur, wobei es seiner Umgebung, in den meisten Fällen also dem Salzwasser, Wärme entzieht und dieses abkühlt. Das dampfförmige Kältemedium wird von dem Kompressor wieder angesaugt, und der Kreislauf beginnt von neuem. Die kalte Sole wird mittels Kühlschlangen in die Kühlräume (Abb. 116) geleitet und kehrt von dort im Kreislauf in den Verdampfer zurück.

Am verbreitetsten sind die Ammoniakkompressionskältemaschinen, da sich Ammoniak bei geringer Abkühlung schon durch einen Druck von etwa 8 Atmosphären verflüssigen läßt. Da es Kupfer angreift, muß das Maschinenmaterial ausschließlich aus Stahl und Eisen bestehen. Gesundheitlich verdienen die Ammoniak- und Schwefligsäuremaschinen, abgesehen davon, daß sie mit niedrigem Drucke arbeiten (verringerte Explosionsgefahr) deswegen den Vorzug, weil jede kleine Undichtigkeit sofort durch das Geruchsorgan erkannt werden kann. Vergiftungen des Personals sind daher nicht zu befürchten.

Die künstliche Erzeugung der Kälte wird nutzbar gemacht zum Kühlen des Fleisches in den Schlachthöfen; zur Konservierung von Wildbret, Geflügel, Fischen, Eiern, Butter und Margarine, Käse, Früchten, Kaviar; in der Bierbrauerei und in vielen sonstigen Betrieben. Ferner beruht die Kunsteiserzeugung auf ihr.

Nach neuen Beschlüssen der Handelskammer Berlin (1916) wird folgende Einteilung der Eissorten empfohlen:

I. Kunsteis.
   a) Entkeimtes Kunsteis (aus sterilisiertem Wasser).
   b) Nicht entkeimtes Kunsteis.
      1. Nicht entkeimtes Kristall-Kunsteis (völlig durchsichtig).
      2. Nicht entkeimtes, Klar-Kunsteis (Trüber Kern von höchstens $^1/_9$ des Querschnitts).
      3. Nicht entkeimtes Trübkunsteis.

II. Natureis.

Bei jeder Benutzung von Eis zum unmittelbaren Kühlen von Genußmitteln (Getränke, Kaviar, Austern) ist Vorsicht geboten, da die Herkunft des Eises oft bedenklich ist. Bekanntlich halten sich Bakterien aller Art, auch pathogene, im Eis lange Zeit lebensfähig. Beim Gefrieren unreinen Wassers sollen zwar die Verunreinigungen mechanisch hauptsächlich in den zentralen Teil, den Kern des Eises abgeschieden werden, doch ist auf diese „Selbstreinigung" kein besonderes Gewicht zu legen. Eis unbekannter Herkunft ist stets infektionsverdächtig (Paratyphus, Typhus, Cholera). Zum unmittelbaren Kühlen von Nahrungsmitteln in Eiskellern, Eisschränken usw. ist im übrigen Eis nur geeignet, wenn durch gute Luftzirkulation bzw. Ventilation die überschüssige Feuchtigkeit der Luft in diesen Räumen entfernt wird.

Die Kühlung ganzer Räume erfolgt entweder dadurch, daß man die kalte Sole aus dem Verdampfer durch Pumpen in die Kühlrohre drückt, welche den zu kühlenden Raum durchziehen, oder man benutzt das Rohrsystem selbst als Verdampfer (Kühlung durch Rohrsysteme für direkte Verdampfung). Die Sole ist entweder eine Kochsalz-Chlorkalzium- oder eine Chlormagnesiumlösung.

Nicht nur für gute thermische Isolierung der Kühlräume ist zu sorgen, sondern oft muß auch auf die künstliche Ventilation Bedacht genommen werden. Neuerdings hat man stellenweise auch die Ozonisierung der Kühlhausluft

eingeführt. In Schlachthöfen ist zweckmäßig dem eigentlichen Kühlraum ein Vorkühlraum vorzulagern.

Die Temperaturen, welche zur Anwendung kommen müssen, sind nicht für alle Nahrungsmittel die gleichen.

Die Kühlung des Fleisches in den Schlachthofkühlanlagen, welche bis zu etwa 6 Wochen durchgeführt werden kann, erfolgt meist bei einer Temperatur von + 2 bis + 4° C. In Räumen für Gefrierfleisch hält man eine Temperatur von 5—9° C unter Null. In solchen Räumen läßt sich Fleisch über ein Jahr lang unverändert halten. Gekühlt aufbewahrtes Fleisch besitzt vor dem gefroren aufbewahrten den Vorzug, daß es bei dem nachherigen Aufenthalt in wärmeren Räumen nicht so schnell in Zersetzung übergeht wie das aufgetaute.



Abb. 116. Kühlhalle auf dem städtischen Schlachthof zu Offenbach a. M.

Fische lagert man bei 6—7° unter dem Gefrierpunkt und bei noch größeren Kältegraden. Für Butter sind 2—4° Kälte, für Eier + 1 bis — 1° zweckmäßig.

Durch Austrocknung erfahren manche Waren bei der Aufbewahrung in Kühlräumen erhebliche Gewichtsverluste. Die Konservierung der Milch durch Kühlen erfolgt gewöhnlich nach voraufgegangener Erhitzung (s. u.).

2. Die Konservierung durch Trocknen.

Nahrungsmittel, auf denen Bakterien wuchern können, verlieren im allgemeinen bei einer Austrocknung bis auf etwa 30—15% Wassergehalt die Fähigkeit, als Bakteriennährboden zu dienen. Die Bakterien brauchen dabei nicht abzusterben, aber ihre Vermehrung hört auf. Entziehung des Wassers und dadurch Beseitigung der Bedingung für das Wuchern von Mikroorganismen wird nur in verhältnismäßig wenigen Fällen allein zur Haltbarmachung von Nahrungsmitteln benutzt, nämlich in einzelnen Ländern beim Fleisch („Bündnerfleisch" der Schweiz; Südamerika), bei der Milch (Trockenmilch), bei Gemüse und Obst (Preßgemüse, Trockenpilze, Dörrobst), bei den Kartoffeltrockenpräparaten und bei Fischen (Kabeljau, getrocknet Stockfisch, getrocknet und gesalzen Klippfisch genannt).

Öfter werden Trocknungsverfahren mit der Konservierung durch chemische Mittel kombiniert, z. B. beim Räuchern.

Ein neues Trocknungsverfahren für Flüssigkeiten (Milch, Blut, Eier usw.) nach dem Patent von G. A. Krause u. Co., München, beruht auf dem Zerstäuben der Flüssigkeit auf einer rasch rotierenden Scheibe und augenblicklichem Trocknen der verstäubten Teilchen durch einen entgegengeblasenen, etwa 60° warmen Luftstrom.

3. Die Konservierung durch Erhitzen.

Die Konservierung von Nahrungsmitteln durch Erhitzen und ihre nachträgliche Aufbewahrung unter Luftabschluß ist ein empirisch zuerst von dem französischen Koch Appert (1809) geübtes Verfahren. Fleisch- und Gemüsekonserven werden meist in Blechbüchsen, vielfach jedoch auch in Glasgefäße eingefüllt. Die Technik des Verfahrens ist nicht einheitlich, auch nicht hinsichtlich des vorbereitenden Verfahrens (Vorkochen, Blanchieren), sie muß auch wechseln je nach dem Gegenstand der Konservierung und seiner Behaftung mit Bakterien, der Resistenz des zu konservierenden Nahrungsmittels gegen höhere Hitzegrade usw. Wichtig ist der Umfang der Konservendosen im Hinblick darauf, daß die Hitze in große Stücke nur sehr allmählich eindringt.

Die Sporen gewisser im Erdboden häufig vorkommender Saprophyten sind sehr widerstandsfähig, sie brauchen zu ihrer Abtötung bei einer Dampftemperatur von 105°—110° C 2—4 Stunden, bei 120° 5—15 Minuten, bei 125—130° 5 Minuten. Mit Erde verunreinigtes Konservenmaterial (Gemüse, bes. Spargel) ist daher besonders schwierig keimfrei zu machen. Man muß hier häufig zur fraktionierten Sterilisation seine Zuflucht nehmen. Eine große Rolle spielt die größere oder geringere Sauberkeit, welche bei Durchführung der Technik der Konservenindustrie eingehalten werden kann.

Im großen benutzt man Autoklaven und erhitzt den Büchseninhalt in ihnen bei Fleisch auf etwa 117—120,5°, bei Gemüsekonserven nach dem Vorkochen (Blanchieren) auf 112°—118°, je nach der Größe der Büchsen verschieden lange Zeit, die durch bakteriologische Vorversuche festgestellt wird. Der Inhalt der Dosen muß steril werden. Im kleinen pflegt man die Büchsen im Kochsalzbade längere Zeit auf 110° zu erhitzen.

Verdorbene Konserven zeigen häufig (aber nicht immer) beim Öffnen abnormen Geruch und sind dann in allen Fällen besser zu verwerfen. Ist es unter dem Einfluß zurückgebliebener Bakterien zur Zersetzung der Ware unter Gasbildung gekommen — häufig auch durch anaerobe Bakterien verursacht —, so können die Büchsen, wenn sie sonst dicht waren, die charakteristischen warnenden Zeichen der „Bombage“ aufweisen, d. h. Boden und Deckelplatte der Büchse, oder auch nur eine derselben ist vorgewölbt, anstatt, wie es der Fall normalerweise sein soll, nach innen eingezogen zu sein. Nicht alle Bombagen aber gehen auf bakterielle Zersetzungen zurück, gelegentlich kann auch durch rein chemische Umsetzungen in der konservierten Masse Gas (Wasserstoff usw.) entstehen, doch ist das selten. Bombierte Büchsen sind jedenfalls stets hochgradig infektionsverdächtig. Bezeichnend pflegt in vielen solchen Fällen auch die Verflüssigung des Inhalts (Prüfung durch Schütteln der Büchse) zu sein.

Statt der Sterilisation in luftdicht verlöteten oder mit aufgefalzten Deckeln versehenen Büchsen aus verzinntem Eisenblech benutzt man in den Haushaltungen meist lieber das Verfahren der Frischhaltung nach Weck u. a. in Glasgefäßen, deren Deckel durch Gummiringe von dem abgeschliffenem Rande des Glases getrennt sind. Beim Erkalten preßt der Luftdruck den Deckel luftdicht gegen den Ring und den Rand des Glases an.

Meistens sind es sporenhaltige Saprophyten, welche in den Konserven am Leben bleiben, gelegentlich aber auch pathogene Arten. Diese gehören entweder zur Spezies B. botulinus oder zu den Bakterien der Paratyphus- und Gärtnergruppe (B. enteritidis). Der

B. botulinus (vgl. S. 77) bildet ungemein giftige, aber nicht hitzebeständige Toxine. Infektionen durch ihn erfolgen daher häufiger durch nicht erhitzte Fleischkonserven (Wurstwaren u. dgl.). Weit häufiger sind die Fleischvergiftungen durch die an zweiter Stelle genannten Bakterien (vgl. S. 47). Sie produzieren hitzebeständige Toxine, welche Erscheinungen von Gastroenteritis mehr oder minder schwerer Art erzeugen. Der Paratyphusbazillus findet sich entweder schon von vornherein im Fleisch kranker Tiere oder das Fleisch wird sekundär mit Paratyphusbazillen infiziert (Eis aus verschmutzten Wasserläufen, Bazillenträger usw.).

Als Büchsenmaterial dient gewöhnlich verzinntes Weißblech. Unter Umständen können größere Mengen von Zinn bei der Aufbewahrung der Konserven in Lösung gehen. Dies beeinträchtigt hauptsächlich den Geschmack. Sehr bedenklich ist das Blei, das beim Löten an die Konserven geraten kann. Die moderne Technik weiß aber diese Gefahr auf ein sehr geringes Maß zu beschränken (vgl. Blei-Zinkgesetz).

Der Luftabschluß wird bei manchen Waren z. B. Sardinen durch Einlegen in Öl unterstützt.

Die Konservierung und Sanierung der Milch.

Da die Milch nicht nur ein ungemein leicht verderbliches Nahrungsmittel ist, sondern auch einen vorzüglichen Nährboden für pathogene Mikroorganismen bildet, richten sich die zu ihrer Konservierung angewandten Methoden gleichzeitig gegen saprophytische und pathogene Keime. Als konservierende Mittel kommen fast ausschließlich Abkühlen und Erhitzen in Frage. Die Temperaturen, die eine zu rasche Vermehrung der Bakterien in der Milch hintanhalten, liegen unter 12° C. Keimreiche Milch hält sich im allgemeinen um so besser, je mehr sich ihre Temperatur dem Gefrierpunkt nähert. Auch die Vermehrung in die Milch hineingelangter Krankheitserreger wird durch die Abkühlung der Milch verhindert oder mindestens verzögert.

Bei der Anwendung hoher Temperaturen muß bei der Milchkonservierung mit Vorsicht verfahren werden, da Geschmack und Bekömmlichkeit der Milch — namentlich soweit sie zur Kinderernährung dient — durch zu hohe Hitzegrade (100° und darüber) leiden. Nicht nur ihr physikalisch-chemischer Charakter wird verändert, sondern auch die Milchfermente werden durch höhere Temperaturen (75—85°) vernichtet.

Unter „Pasteurisieren" versteht man das Erhitzen der Milch auf Temperaturen zwischen 60 und 90° mit der Absicht, die sporenfreien Saprophyten und Krankheitserreger abzutöten. Da die keimvernichtende Wirkung ein Produkt der Einwirkungszeit und der Höhe der Temperatur ist, kann man den gleichen Erfolg mit verschiedenen Zusammenstellungen erreichen, entweder durch kürzeres Erhitzen auf höhere Temperatur, z. B. 5 Minuten auf 80°, oder längeres Erhitzen auf niedrigere Temperaturen, z. B. 15 Minuten auf 65° oder 60 Minuten auf 60°. Die letzteren Methoden, welche den chemischen und biologischen Charakter der Milch nur wenig verändern, faßt man auch unter dem Namen der Dauerpasteurisierung zusammen. Bei allen soeben angegebenen Kombinationen werden auch die in der Milch vorhandenen Tuberkelbazillen abgetötet. Die Erhitzungszeit ist zu rechnen von dem Augenblick an, in welchem die gewünschte Temperatur erreicht worden ist. Zu achten ist darauf, daß die Pasteurisierungsapparate, bei denen Störungen nicht selten sind, die gewünschte Erwärmung auch wirklich gewährleisten.

Nach dem Pasteurisieren muß die Milch sofort gut (unter 12°) gekühlt werden, um die Vermehrung der in der Milch keimfähig gebliebenen Sporen zu verhüten.

Bei dem von Lobeck vor einiger Zeit empfohlenen sog. Biorisierverfahren wird Milch unter hohem Druck durch Düsen gepreßt, dabei zerstäubt, in diesem Zustand wenige Sekunden lang auf 75° erhitzt und dann sofort abgekühlt. Die Untersuchungen haben ergeben, daß auch bei diesem Verfahren die Haltbarkeit der Milch erheblich gesteigert wird, daß die Fermente kaum leiden, daß der Geruch und der Geschmack verbessert werden und daß die praktisch in Frage kommenden Krankheitserreger zugrunde gehen. Eine Sterilisierung der Milch kann nur durch Einwirkung von Temperaturen von 110—115° erzielt werden. Die Milch verliert aber dadurch an Geschmack, Farbe und Bekömmlichkeit.

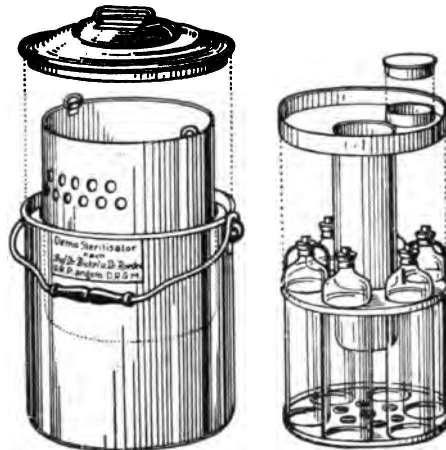


Abb. 117. Demosterilisator der Thermos-A.-G.-Berlin nach Bickel und Röder.

In der Bekanntmachung, betreffend die Ausführungsbestimmungen des Bundesrats zum Viehseuchengesetz vom 7./25. Dezember 1911 wird in den §§ 27 und 28 folgendes vorgeschrieben:

Sammelmolkereien (dazu sind auch Milchhandlungen zu rechnen, die ihren Bedarf aus verschiedenen Betrieben decken und die Milch verarbeiten) müssen mit Einrichtungen versehen sein, mit denen Milch sicher und nachweislich auf 90° erhitzt werden kann. Die Gefäße, in denen die Milch zur Sammelmolkerei gebracht und aus ihr abgegeben wird, müssen so beschaffen sein, daß sie leicht und sicher gereinigt und desinfiziert werden können. In den Sammelmolkereien müssen für eine leichte und gründliche Desinfektion dieser Gefäße geeignete Einrichtungen vorhanden sein.

Als ausreichende Erhitzung der Milch ist anzusehen:

a) Erhitzung über offenem Feuer bis zum wiederholten Aufkochen;
b) Erhitzung durch unmittelbar oder mittelbar einwirkenden strömenden Wasserdampf auf 85°;
c) Erhitzung im Wasserbad, und zwar:
entweder auf 85° für die Dauer einer Minute oder, unter den von der Landesregierung näher zu bestimmenden Voraussetzungen, auf 70° für die Dauer einer halben Stunde.

Das Aufkochen der Milch im Haushalt soll, um seinen Zweck zu erfüllen, so vorgenommen werden, daß die Milch in geeigneten Kochapparaten (z. B. dem Milchsieder nach Flügge) 5 Minuten auf 97° bis 100° erhitzt, dann abgekühlt und kühl aufbewahrt wird.

Es ist allgemein üblich, die für die Säuglingsernährung bestimmte Kuhmilch im Haushalt zunächst abzukochen. Zweckmäßig ist es, die Milch dabei gleich in Flaschen abzufüllen, die die Einzelportionen für den Tag enthalten, damit das mit der Gefahr der Neuinfektion verbundene Umfüllen fortfällt, und die Flaschen im Wasserbade 5 Minuten lang bei Kochtemperatur zu erhitzen. Bekannte Zusammenstellungen hierfür sind der Soxhletsche Apparat, und der Demosterilisator nach Bickel und Röder. Bei dem letztgenannten Apparat (Abb. 117) ist auch auf die nachträgliche Kühlhaltung der Milchflaschen nach dem

Erhitzen bis zum Wiederanwärmen für das Trinken besonders Bedacht genommen. (Vgl. auch S. 354.) Um eine Neuinfektion der eingefüllten Milch zu verhüten, müssen die Kindersaugflaschen so beschaffen sein, daß sie sich leicht von allen Milchresten befreien und säubern lassen (glatte Flächen, Kalibrierung außen und nicht innen). Der Gummisauger soll aus demselben Grunde aus einem einfachen Saughütchen bestehen.

Kondensierte (eingedickte) Milch erhält zur besseren Haltbarmachung meist noch einen Zusatz von 10—12% Rohrzucker.

Gemüsekonserven.

Gemüse und Obst werden entweder nach dem Appertschen Verfahren (s. o.) in geschlossenen Blechbüchsen oder nach dem Weckschen Frischhaltungsverfahren, ähnlich wie Fleischkonserven, haltbar gemacht.

Das Gemüse wird meist durch vorheriges Abbrühen (Blanchieren) für die Sterilisation vorbereitet. Gemüse, denen widerstandsfähige Sporen von Erdbakterien anhaften, müssen unter Umständen fraktioniert (d. h. an mehreren aufeinanderfolgenden Tagen) sterilisiert werden. Gewerbsmäßig hergestellte Konserven grüner Gemüse erhalten gewöhnlich einen geringen Zusatz von Kupfer.

Das Kupfer, meist in Form des Kupfersulfates verwendet, dient nicht als Konservierungsmittel, sondern lediglich als sogenanntes Schönungsmittel. Da nämlich die grünen Gemüse beim Sterilisieren in Büchsen die frische grüne Farbe mehr oder minder verlieren, so hat man zu ihrer Wiederherstellung („Reverdissage"), d. h. um der Ware ein gefälligeres Ansehen zu verleihen, die Kupferung, namentlich im Ausland eingeführt. Der Kupferung unterliegen besonders junge Erbsen, Bohnen und Gurken. Obgleich nach dem Reichsgesetz vom 5. Juli 1887, betr. die Verwendung gesundheitsschädlicher Farben bei der Herstellung von Nahrungsmitteln usw. auch kupferhaltige Farbstoffe unter die verbotenen gesundheitsschädlichen fallen, hat man doch den praktischen Verhältnissen insofern eine Konzession machen müssen, als man im Hinblick auf die stark „gegrünten" ausländischen Konserven, welche der einheimischen nicht gegrünten, daher weniger ansehnlichen Ware starke Konkurrenz machten, einen gewissen Kupferzusatz stillschweigend duldet (Rundschreiben des Reichskanzlers vom 22. August 1896). Es hat sich daraufhin die Praxis eingebürgert, gegrünte Gemüsekonserven nur dann als gesundheitsschädlich zu beanstanden, wenn in ihnen ein Gehalt von mehr als 55 mg Kupfer für 1 kg Ware enthalten ist. Der beim „Grünen" sich bildende Farbstoff ist phyllocyansaures Kupfer.

Während das Kupfer früher als ein bedenkliches Gift galt, ist durch K. B. Lehmann und andere der Nachweis erbracht worden, daß der Genuß kleinerer Kupfermengen relativ unschädlich ist. Die früher oft behaupteten Vergiftungen nach der Aufbewahrung oder dem Kochen von Speisen in kupfernen Geschirren fallen dem Kupfer nicht zur Last. Eine chronische Kupfervergiftung gibt es nicht.

4. Die Konservierung von Lebensmitteln auf chemischem Wege.

Mittel zur Haltbarmachung von Nahrungsmitteln sind scharf von solchen Mitteln zu trennen, die nur schwach oder gar nicht konservierend wirken, deren Hauptaufgabe vielmehr darin bestehen soll, der Ware eine auf Täuschung des Käufers berechnete, anscheinend bessere äußere Beschaffenheit zu verleihen. Als bestes Beispiel hierfür sind die schweflige Säure enthaltenden Präservesalze zur „Konservierung" von Fleisch zu nennen. Sie erhalten nur die rote Fleischfarbe, hemmen aber die Fäulnisvorgänge nicht. Es ist klar, daß ein Verfahren, welches einer

schlechten Ware das Aussehen einer guten verleiht, unzulässig ist. Erhöht aber ein Mittel die Haltbarkeit der Ware tatsächlich, so ist stets zu prüfen, ob das Mittel der Gesundheit des Menschen, zumal bei längerem Gebrauch nicht abträglich ist und ob es tatsächlich im Nahrungsmittelverkehr nicht entbehrt werden kann. Gewisse chemische Stoffe sind durch besondere gesetzliche Bestimmungen, z. B. für die Fleischkonservierung von vornherein verboten (vgl. S. 240), im übrigen müssen für die Beurteilung des jeweiligen Falles die §§ 12/14 des Gesetzes, betr. den Verkehr mit Nahrungsmitteln usw. (vgl. S. 299) herangezogen werden; die Entscheidung bleibt dann also dem Richter überlassen.

Abgesehen von den Verfahren des Salzens, Pökelns und Räucherns werden zur Zeit folgende chemische Mittel zwecks Konservierung von Lebensmitteln vorzugsweise benutzt: Ameisensäure, Benzoesäure, Borsäure, Formaldehyd, Salicylsäure, schweflige und unterschweflige Säure und Wasserstoffsuperoxyd. Vom hygienischen Standpunkt aus müssen alle nicht unbedingt notwendigen Konservierungsmittel schon deswegen verworfen werden — ganz unabhängig von ihrem Einfluß auf die Gesundheit des Menschen —, weil sie die unsaubere Arbeit im Nahrungsmittelgewerbe begünstigen. Peinlich sauber hergestellte und behandelte Nahrungsmittel halten sich auch ohne Konservierungsmittel geraume Zeit frisch.

Läßt sich die Anwendung von Konservierungsmitteln nicht umgehen, so sollte ihre Verwendung an der Ware kenntlich gemacht werden (Deklaration).

Im einzelnen ist zu den Mitteln folgendes zu bemerken:

Ameisensäure. Sie wird, in Mengen von etwa 0,5% zugesetzt, zur Haltbarmachung von Fruchtsäften u. dgl. viel gebraucht, dürfte aber zu den entbehrlichen Mitteln gehören. Gesundheitsschädigungen sind bei Aufnahme der kleinen in Betracht kommenden Mengen nicht zu befürchten, da der Ameisensäure nur Säure- aber keine Giftwirkungen zukommen. Ihre Anwendung ist, außer bei der Bereitung des Weines (vgl. Bekanntmachung, betr. Bestimmungen zur Ausführung des Weingesetzes, vom 9. Juli 1909) einstweilen nicht verboten.

Benzoesäure. Die Benzoesäure bzw. ihr Natriumsalz kommen von Natur aus schon in gewissen Früchten, z. B. den Preißelbeeren, vor. Als Konservierungsmittel findet die Benzoesäure hauptsächlich Anwendung bei Nahrungsmitteln, die von Haus aus sauer reagieren, so in der Margarineindustrie und zur Haltbarmachung von Fruchtsäften. Die zur Konservierung notwendigen Mengen bewegen sich zwischen 1 und 2 g für das Kilo Ware. Im Körper wird die Benzoesäure in Hippursäure umgewandelt. Die genannten Mengen dürften für die menschliche Gesundheit unschädlich sein. Dafür sprechen die Versuche von Chittenden, Long, Herter usw., die Mengen unter 0,5 g als harmlos erscheinen lassen. Das Gutachten der Preuß. wissenschaftlichen Deputation für das Medizinalwesen vom 8. Februar 1911 hat sich zwar trotzdem gegen die Verwendung der Benzoesäure ausgesprochen, doch nimmt man ihr gegenüber jetzt einen milderen Standpunkt ein. Dem Fleisch wird durch Zusatz von Benzoesäure eine bessere Farbe verliehen. Zu diesem Zweck muß man also die Benutzung der Benzoesäure auf jeden Fall ablehnen. Ein Verbot, die Benzosäure als Konservierungsmittel zu benutzen, besteht im übrigen einstweilen nur für den Wein (vgl. Ameisensäure).

Borsäure (und Borax). Borsäure wird vorwiegend zur Konservierung von Krabben und Kaviar benutzt. Die als notwendig angesehenen Mengen betragen 0,5—1,5 %. Da die Borsäure aber nachweislich für die Gesundheit des Menschen auch in kleineren Dosen nicht belanglos ist (ihr Genuß verringert z. B. die Ausnutzung der Nahrung und führt zur Abnahme des Körpergewichts), so muß vom hygienischen Standpunkt gegen ihre Verwendung Einspruch erhoben werden.

Der Zusatz von Borsäure zum Fleisch ist durch das Gesetz, betr. die Schlachtvieh- und Fleischbeschau vom 3. Juni 1900, § 21 und die dazu gehörenden Bekanntmachungen, betr. gesundheitschädliche und täuschende Zusätze zu Fleisch und dessen Zubereitungen vom 18. Februar 1902 und 4. Juli 1908 verboten. Das Fleisch kaltblütiger Tiere wird durch dieses Gesetz nicht betroffen. Außer für Fleisch und Wein (s. Ameisensäure) besteht ein ausdrückliches Verbot des Borsäurezusatzes sonst nicht.

Formaldehyd und Formaldehyd abspaltende Stoffe, wie Urotropin (Hexamethylentetramin). Urotropin wird hauptsächlich in Mengen von etwa 0,1 % zur Konservierung des Kaviars benutzt. Der Kaviar wird dadurch gehärtet, er „rollt besser“. Obgleich der Formaldehyd kein für die Gesundheit gleichgültiger Stoff ist, wird man beim Kaviar, der nicht in großen Mengen und auch nicht täglich verzehrt zu werden pflegt, vielleicht seine Anwendung entschuldigen dürfen. Ein Verbot seiner Anwendung besteht einstweilen nur beim Fleisch und beim Wein (wie bei der Borsäure).

Salicylsäure. Sie wird heutzutage weniger in der Industrie als vielmehr, einer alten Gewohnheit folgend, im Haushalt benutzt und zwar in Mengen von etwa 0,1 % der zu konservierenden Ware. Da sie weniger wirksam und auch weniger harmlos als die Benzoesäure ist, liegt kein Grund vor, sie beizubehalten. Verboten ist sie als Zusatz zum Fleisch und bei der Herstellung des Weines.

Schweflige Säure und ihre Salze dienen teils zur Haltbarmachung, teils zum Bleichen (Schönen) von gefärbten Nahrungs- und Genußmitteln, wie Dörrobst, Dörrgemüse, Mühlenprodukten, Hopfen usw. Nach dem oben Gesagten ist ihre Anwendung ohne weiteres zu verwerfen, wenn sie einer minderwertigen oder verdorbenen Ware den Schein einer besseren und unverdorbenen geben soll (Hackfleisch). Vom gesundheitlichen Standpunkt ist ferner zu bemerken, daß der schwefligen Säure zwar keine eigentlichen Giftwirkungen zukommen (nach der Resorption wird sie schnell zu Sulfat oxydiert), daß aber die schweflige Säure in größeren Mengen erhebliche Reizerscheinungen im Magendarmkanal macht, auch in Form der Salze, aus denen durch die Salzsäure des Magens freie schweflige Säure entstehen kann.

Unmittelbar gesetzlich verboten ist die Anwendung der schwefligen Säure nur beim Fleisch; bei der Behandlung des Weines, d. h. in der Kellerwirtschaft, ist sie kaum zu entbehren, man beanstandet daher eine Menge bis 50 mg freier schwefliger Säure im Wein für den Liter nicht. Auch dort, wo lediglich eine Verbesserung der Farbe, nicht das Vortäuschen der Frische beabsichtigt ist, wie bei Dörrgemüsen und Mühlenfabrikaten, kann man gewisse Mengen zulassen. Eine Beanstandung pflegt daher in der Praxis hier bisher nur zu erfolgen, wenn 100 g Ware mehr als 125 mg schweflige Säure enthalten.

Wasserstoffsuperoxyd ist besonders zur Haltbarmachung der Milch versucht worden. Da es unter der Einwirkung des Katalasefermentes in Wasser und Sauerstoff zerfällt, wäre vom gesundheitlichen Standpunkt ein erhebliches Bedenken gegen seine Verwendung nicht geltend zu machen, wenn nicht schon verhältnismäßig kleine Mengen unzersetzten Wasserstoffsuperoxyds der Milch einen unangenehmen, kratzigen Geschmack verliehen. Die Konservierung von Säuglingsmilch auf diesem Wege muß jedenfalls abgelehnt, auch der Versuch v. Behrings, die Infektionserreger in der Säuglingsmilch durch Wasserstoffsuperoxyd abzutöten (Perhydrasemilch), muß als verfehlt betrachtet werden. Dagegen hat es sich bei der durch den Krieg bedingten ungemeinen Knappheit der Milch als notwendig und zweckmäßig erwiesen, die Haltbarkeit der Milch zeit- und stellenweise durch Zusatz von Wasserstoffsuperoxydlösung zu verlängern. Damit eine genügend rasche Zersetzung des Mittels durch die Milchkatalase stattfindet, darf die Milch vorher nicht pasteurisiert sein. Zu 10 Litern Milch werden in der kühlen Jahreszeit $^1/_3$, in der wärmeren Jahreszeit $^1/_2$ Liter $3\,^0/_0$iges Wasserstoffsuperoxyd des Deutschen Arzneibuches gesetzt (= 1—1,5 $^0/_{00}$ H_2O_2). Das Verfahren ist nur ein Notbehelf gewesen und kam nur dort in Frage, wo die Pasteurisierung der Milch aus irgend einem Grunde nicht möglich war oder nicht sachgemäß durchgeführt werden konnte. Im Haushalt mußte die so konservierte Milch noch einmal abgekocht werden, da eine Vernichtung der Krankheitserreger durch den Wasserstoffsuperoxydzusatz nicht sicher erreicht wird. Das von Budde empfohlene Verfahren, die Wirkung kleinerer (etwa 0,5 $^0/_{00}$ H_2O_2) Wasserstoffsuperoxydmengen in der Milch durch längeres Erwärmen auf ca. 50° zu verstärken, hat sich in Deutschland nicht eingeführt.

In den bisher vom Reichsgesundheitsamt herausgegebenen, hier in Betracht kommenden Entwürfen zu Festsetzungen über Lebensmittel (Fette, Öle, Käse) sind alle vorstehend aufgeführten Konservierungsmittel — mit Ausnahme des Zusatzes von Benzoesäure zur Margarine — als verboten bezeichnet.

Salzen, Pökeln, Räuchern.

Kochsalz konserviert nur in größeren Konzentrationen (8—15 $^0/_0$) zuverlässig; die so behandelten Lebensmittel haben also stets einen starken Salzgeschmack. Der Butter setzt man meist nur $2^1/_2$—3 $^0/_0$ Kochsalz zu. Auch Dauerbutter soll nicht mehr als 5 $^0/_0$ enthalten. Diese Menge ist also an und für sich zur Konservierung unzureichend, so daß die Haltbarkeit auch gesalzener Butter begrenzt ist. Stärkeres Salzen der Butter verdirbt leicht Geschmack und Aroma.

Beim Pökeln wird Fleisch, mit Kochsalz und Salpeter eingerieben, stückweise in Fässer verpackt oder in 25 $^0/_0$ige Salzlake eingelegt. Auf 100 Teile Kochsalz pflegt man 2—4 Teile Salpeter, wohl auch etwas Zucker zuzusetzen. Die Salze entziehen dem Fleische Wasser, das, mit löslichen Eiweißstoffen, Extraktivstoffen und Salzen beladen, allmählich die Pökelbrühe bildet. Im Innern des Fleisches steigt der Kochsalzgehalt gewöhnlich auf 5—6 $^0/_0$. Da die Pökellake ungenießbar ist, wird der Nährwert des Fleisches durch das Pökeln also etwas vermindert. Der dem Kochsalz beigemengte Salpeter wird

zum Teil zu salpetrigsaurem Salz reduziert, das sich wieder mit dem Blutfarbstoff zu rotem Stickoxyd-Hämoglobin umsetzt. Die fäulnishemmende Wirkung des Kochsalzes wird außerdem durch den Salpeter unterstützt. Noch schneller kann die Imprägnierung von Fleisch mit Salzen durch die Anwendung von Lakespritzen erfolgen. Die in Rind- und Schweinefleisch etwa enthaltenen Finnen sterben innerhalb von 14 Tagen ab, wenn das Fleisch in nicht zu dicker Schicht in die Pökellake gelegt worden ist (v. Ostertag). Sehr unsicher dagegen ist der Einfluß der Pökelung auf etwaige pathogene Bakterien im Fleisch (Paratyphusbazillen usw.). Beim Räuchern wird das Fleisch mit verschiedenen antiseptisch wirkenden Bestandteilen imprägniert, welche sich im Rauche brennenden Holzes (verwendet wird Buchen-, Eichen-, Ahornholz; kein harzreiches) vorfinden (Kreosot, Karbolsäure). Gleichzeitig findet dabei ein Austrocknen des Fleisches statt. Meist setzt man das Fleisch Tage, bei größeren Stücken, wie Schinken, bis zu einigen Wochen lang, einem Rauch von 25° C und darüber aus (langsame Räucherung). Der Rauch dringt nur allmählich in das Fleisch ein, deswegen ist seine an und für sich gute desinfizierende Wirkung dennoch unsicher. Die Schnellräucherei besteht nur in einem wiederholten Bestreichen des Fleisches mit rohem Holzessig. Dieses Verfahren ist ganz unzuverlässig. Das Fleisch bleibt dabei natürlich sehr viel wasserhaltiger.

In den Konzentrationen, in welchen die Konservierungsmittel angewendet zu werden pflegen, wirken sie wohl wachstumshemmend, aber nicht immer vernichtend auf Krankheitserreger ein. Die Angaben hierüber sind überaus lückenhaft und nicht übereinstimmend. Von der Ameisensäure scheinen 0,15 % wachstumshemmend, 0,2 % bei längerer Einwirkung auf sporenfreie Bakterien abtötend zu wirken. Für Benzoesäure kann man die entsprechenden Werte auf 0,05 und 0,2 %, bei Formaldehyd auf 0,003 % und 0,015 %, bei Salicylsäure auf 0,05 % und 0,2 % veranschlagen, doch ist die Desinfektionswirkung von einer ganzen Reihe von Umständen (Substrat, Temperatur, Zeit usw.) abhängig, so daß die Zahlen nur einen ungefähren Anhalt geben können. Besonders die Wirkung des Wasserstoffsuperoxyds hängt völlig von dem Mittel ab, in welchem sich die Keime befinden und von der Temperatur, so daß sich eine allgemein gültige Zahl hier überhaupt nicht angeben läßt. Borsäure und die schwefligsauren Salze wirken nur sehr schwach hemmend auf Mikroorganismen. Die schweflige Säure selbst wirkt am schwächsten auf Schimmelpilze ein, nächstdem auf Hefen, verhältnismäßig am stärksten auf Bakterien. Auch ihre Wirkung ist im übrigen sehr von der Natur des Mediums abhängig, in dem sie wirkt.

Ein bei manchen Zersetzungen und Gärungen entstehendes natürliches Konservierungsmittel ist die Milchsäure (inaktive oder Gärungsmilchsäure). Ein Gehalt von 0,5 % Milchsäure entfaltet schon stark wachstumshemmende Wirkungen, eine ein- bis mehrprozentige Lösung tötet sporenfreie Bakterien nach kürzerer Zeit ab. Das Dickwerden der Milch tritt etwa bei einem Gehalt von 0,2 % Milchsäure ein. Milchsaure Salze wirken nicht keimvernichtend.

Die Essigsäure wirkt etwas schwächer als die Milchsäure. Sie entfaltet entwicklungshemmende Wirkungen erst bei Konzentrationen von etwa 1—$1\frac{1}{2}$ % ab.

Der Äthyl-Alkohol zeigt wachstumshemmende Eigenschaften erst bei wesentlich höheren Konzentrationen. Sie beginnen bei etwa 5 Gewichtsprozent. Abtötend wirken Essigsäure und Alkohol erst bei bedeutend höheren Konzentrationen. Da der Erfolg von verschiedenen Umständen abhängt und je nach der Art des Nährbodens und der zu bekämpfenden Mikroorganismen wechselt, lassen sich auch hier allgemein gültige Zahlen kaum geben. (Vgl. auch das Kapitel Desinfektion.)

F. Das Wasser und die Salze.

Unter Wasser im hygienischen Sinn wird nicht das destillierte Wasser verstanden, sondern das natürlich vorkommende Wasser, wie es in Quellen und Seen zutage tritt oder wie es aus der Tiefe des Erdbodens künstlich durch Brunnen gefördert wird (Grundwasser). Dasselbe enthält fast stets, wenn auch in wechselnden Mengen, Gase und feste Bestandteile gelöst. Das Regen- oder Schneewasser (Meteorwasser) ist wohl reich an gelösten Gasen, aber sehr arm an gelösten festen Bestandteilen bzw. ganz frei von ihnen.

Die wechselnde Menge des Gehaltes eines natürlichen Wassers an Gasen und gelösten Stoffen hängt von der Art der geologischen Formation seines Ursprungsgebietes ab. So sind z. B. Wässer aus dem Muschelkalk sehr hart (Würzburger Leitungswasser) bei mäßigem Gehalt an Chloriden, solche aus Buntsandstein, Granit, Schiefer, Gneis usw. dagegen meist arm sowohl an Kalk und Magnesia, wie an Chloriden. Grundwässer aus Gegenden, in welchem der Salzbergbau betrieben wird, sind oft ungemein reich an Kochsalz und ähnlichen Salzen, Flußwasser, das sich aus dem Schmelzwasser von Gletschern bildet, dagegen gewöhnlich sehr arm an den nämlichen Bestandteilen (Rhein). Das Grundwasser der norddeutschen Tiefebene ist fast durchweg reich an Eisensalzen, das Grundwasser in der rheinischen Tiefebene zeigt dagegen meist einen nur geringen Eisengehalt usw. Erreichen die im Wasser gelösten Stoffe eine beträchtliche Höhe, so entstehen Wässer, welche den Übergang zu den sog. „Mineralwässern“ bilden, doch ist die Grenze, von welcher an ein Wasser „Mineralwasser“ genannt werden kann, schwer zu bestimmen. Die hierfür angegebenen Grenzwerte sind zum Teil noch ziemlich willkürlich.

Die im natürlichen Wasser von Spuren bis zu größeren Mengen vorkommenden Anionen und Kationen sind von sehr verschiedener Art; hygienisch interessieren nur wenige davon. Nur diese sind es auch, welche zur hygienischen Beurteilung der Wässer herangezogen zu werden pflegen, nämlich von den Kationen: Kalium, Natrium, Ammonium, Kalzium, Magnesium, Eisen und Mangan und von den Anionen Salpetersäure, Chlorwasserstoffsäure, Schwefelsäure und Kohlensäure.

Andere Stoffe haben gegebenenfalls nur für den Balneologen oder Pharmakologen Interesse.

Hygienisch interessieren ferner die im Wasser vorkommenden, zum Teil nicht näher definierbaren organischen (kohlenstoffhaltigen) wirklich gelösten oder kolloidal gelösten Substanzen. Unter ihnen mögen die Huminsäuren genannt werden.

Unter Umständen sehr bedeutsam sind ferner die im Wasser vorkommenden suspendierten Stoffe, unbelebte amorphe und organisierte

lebende. Unter den letzteren können gewisse Bakterien von gesundheitlicher Bedeutung sein.

Die natürlichen Wässer, welche zur Wasserversorgung deutscher Städte herangezogen worden sind, zeigen große Verschiedenheiten in ihrer Zusammensetzung. Die folgenden Zahlen sollen, ohne Anspruch darauf, „Grenzzahlen" in irgend einer Bedeutung zu sein, das Gesagte nur beleuchten. So bewegt sich bei den genannten Wässern der Gehalt an Abdampfrückstand für das Liter etwa zwischen 40 und 600 mg, der Chlorgehalt etwa zwischen 2 und 150 mg, der Gehalt an Eisen etwa zwischen Spuren und 20 mg und die Gesamthärte etwa zwischen 0,5 und 45 deutschen Härtegraden.

Man sieht hieraus, daß die Beschaffenheit eines Trinkwassers innerhalb großer Breiten schwanken kann, ohne daß es als Ersatzmittel für zu Verlust gegangenes Wasser des Organismus untauglich wird.

Von den anorganischen Bestandteilen sind physiologisch am bedeutsamsten die Chloride und diejenigen Salze, welche die sog. Härte eines Wassers bedingen, also die Kalk- und Magnesiasalze. Die Ausscheidung von Chlornatrium durch den Harn veranschlagt man auf 10—15 g täglich für den Erwachsenen bei gemischter Kost, die Menge des ausgeschiedenen Kalziums und Magnesiums auf etwas über 1 g Erdalkaliphosphat.

Die Asche der Fäzes besteht zum großen Teile aus Kalziumphosphaten.

Da Kalzium- und Magnesiumphosphat zum Aufbau des Skelettes dienen, hat man einem hohen Kalk- und Magnesiumgehalt des Wassers eine besondere ernährungsphysiologische Bedeutung zugeschrieben, wie es scheint mit Unrecht, da der Bedarf an Erdalkalien, ebenso wie an anderen Salzen schon durch die Mineralstoffe der übrigen Nahrung genügend gedeckt zu werden pflegt. Ebenso spielt der Eisengehalt eines gewöhnlichen Trinkwassers eine gesundheitliche Rolle nicht.

Von den organischen Substanzen des Wassers vermögen z. B. die Huminstoffe dem Wasser eine gelbliche, unansehnliche Farbe zu verleihen; Eisensalze, die im Wasser als lösliche Oxydulsalze vorhanden zu sein pflegen, oxydieren sich zu unlöslichen Oxydsalzen, wenn das Wasser mit dem Sauerstoff der Luft in Berührung kommt und bilden ausfallend einen bräunlichen Schlamm, welcher das Wasser nicht nur unappetitlich machen kann, sondern auch der Vegetation von Eisenbakterien die Tür öffnet.

Mit sehr harten Wässern kann man Gemüse nicht weich kochen. Die Härte der natürlichen Wässer ist gewöhnlich durch die Anwesenheit von Kalziumbikarbonat oder Kalziumsulfat (Gips) bedingt, zum geringen Teile nur durch Magnesiaverbindungen. Das Kalziumbikarbonat wird durch Kochen des Wassers großenteils in unlösliches Kalziumkarbonat verwandelt, welches ausfällt. Solche, durch Karbonate bedingte Härte nennt man daher auch „vorübergehende" oder „transitorische", am besten aber „Karbonathärte". Die durch Sulfate (seltener durch Chloride) der Erdalkalien bedingte Härte läßt sich dagegen durch Kochen des Wassers nicht beseitigen, sondern nur auf chemischem Wege (z. B. durch Sodazusatz)



$$CaSO_4 + Na_2CO_3 = CaCO_3 + Na_2SO_4.$$

Man nennt die durch Sulfate oder Chloride der Erdalkalien bedingte Härte daher auch die „bleibende" oder „permanente", am besten aber „Mineralsäure-Härte".

Das Eisen kommt in natürlichen Wässern als Eisenbikarbonat oder als huminsaures Eisen vor. Ersteres wird durch den Luftsauerstoff weit leichter ausgeschieden als letzteres.

Freier Sauerstoff ist in den meisten Wässern gelöst oder wird wenigstens beim Zutagetreten des Wassers rasch aus der atmosphärischen Luft aufgenommen.

Kohlensäure findet sich oft reichlich im Grundwasser, im Oberflächenwasser gewöhnlich weniger. Die Löslichkeit der Kohlensäure im Wasser ist bei 15° über 40 mal so groß als die des Sauerstoffs. Daß bei Berührung mit Luft trotzdem viel mehr Sauerstoff als Kohlensäure aufgenommen wird, beruht auf dem niedrigen Partialdruck der Kohlensäure in der freien Atmosphäre. Derselbe pflegt in der Grundluft und im Erdinnern bedeutend höher zu sein. Hieraus erklärt sich leicht der höhere Kohlensäuregehalt gewisser Grund- und Quellwässer.

Der Gehalt an diesen Gasen gibt dem Wasser einen erfrischenden Geschmack, ist also von physiologisch-hygienischer Bedeutung. Die freie Kohlensäure ist im übrigen ein Lösungsmittel für Metalle (Eisen, Blei u. a.) und manche andere Stoffe, und ihre Anwesenheit daher unter Umständen gesundheitlich und technisch von großer Bedeutung.

Suspendierte Stoffe des Wassers bestehen meist aus tonigen Trübungen, Pflanzen-, Tier- und Abfallresten (Detritus) oder lebenden Organismen (Plankton). Um eine mit unbewaffnetem Auge erkennbare Trübung des Wassers lediglich durch Mikroorganismen (Bakterien) zu erzeugen, müßten diese in ungeheuren Mengen (mehrere Millionen im Kubikzentimeter) vorhanden sein.

Offensichtlich durch die Abgänge menschlicher Wohn- und Arbeitsstätten verunreinigtes Wasser bezeichnet man als Abwasser.

Weiteres s. im Kapitel Wasserversorgung S. 390.

III. Die Genußmittel.

A. Alkoholische Getränke.

Abgesehen vom Alkoholgehalt des Weines und des Kognaks, für welchen Zucker und Wein die Alkoholquelle sind, wird der Alkohol sonst überall mittelbar aus stärkemehlhaltigen Substanzen (Kartoffeln, Getreide) gewonnen, welche man durch besondere Verfahren zunächst verzuckert hat (s. o.).

1. Bier.

Dieses bereits den alten Ägyptern bekannte Genußmittel soll aus Wasser, Hopfen und Malz mit Hilfe der Bierhefe bereitet werden. Die Beschaffenheit des Wassers ist nicht gleichgültig, vermag vielmehr den Charakter des Bieres zu beeinflussen. Brauwasser muß zum mindesten klar, farb- und geruchlos, nicht zu reich an Salzen und eisenfrei sein. Für die Münchener Biere wird ziemlich hartes, zur Herstellung der Pilsener Biere verhältnismäßig weiches Wasser verwendet.

Der Inhalt der Fruchtzapfen des weiblichen Blütenstandes des Hopfens (Humulus lupulus), das Hopfenmehl oder Lupulin, dient als Bitterstoff, das Malz wird aus der Braugerste[1]) bereitet. Malz ist gekeimte Gerste.

[1]) Für obergärige Biere auch aus Brauweizen.

Bereitung des Bieres.

Die Braugerste wird zunächst geputzt und für 2—4 Tage in Wasser eingeweicht. Sie beginnt dabei unter lebhafter Kohlensäureproduktion zu keimen, gleichzeitig bildet sich aus dem Eiweiß des Kornes ein saccharifizierendes Enzym, die Diastase. Die Auskeimung vollzieht sich dann weiter auf der Tenne oder in ventilierten Kästen oder Trommeln. Das Produkt ist das „Grünmalz". Dasselbe wird auf der „Darre" je nach der herzustellenden Biersorte durch Temperaturen zwischen 60 und 110° (für helle Biere müssen niedere Temperaturen eingehalten werden) getrocknet (Darrmalz), von Wurzelkeimen befreit und in Mühlen zerkleinert. Sodann wird das Malz in großen Bottichen mit warmem Wasser zusammengerührt („eingemaischt").

Die Temperatur der Mischung darf, um die Diastase nicht zu zerstören, 75° nicht überschreiten. Durch den Maischprozeß, welcher mehrere Stunden dauert, werden dem Malze die löslichen Bestandteile entzogen und die Stärke in Dextrin und Maltose verwandelt. Zur Abscheidung der Treber (feste Bestandteile) wird nun die Maische „geläutert" und die nunmehr „Würze" genannte klare Flüssigkeit mit (je nach der Art des Bieres verschiedenen Mengen von) Hopfen gekocht. Dabei fallen die Eiweißkörper aus. Die Kochdauer schwankt zwischen 1—4 Stunden; es findet dabei also eine Sterilisierung der Mischung statt, ein Umstand, welcher im Hinblick auf das oft bakterienhaltige Ausgangsmaterial (Wasser) hygienisch von Bedeutung ist. Die heiße Würze wird von den Hopfenteilen durch Abseihen befreit, auf das Kühlschiff gebracht und noch durch besondere Kühlapparate auf 5—8° (für die „Untergärung") oder 10—20° C (für die „Obergärung") abgekühlt. Dann fließt sie in die hölzernen Bottiche des Gärkellers ab. Auf diesem Wege ist, falls nicht besondere Apparate benutzt werden, eine Neuinfektion der sterilen Würze möglich. Die Würze wird nun mit Bierhefe (Saccharomyces cerevisiae) versetzt. Man unterscheidet Unterhefe, welche bei 4—10° und Oberhefe, welche bei 12—25° einwirkt. Die Untergärung verläuft langsam und ruhig, die Obergärung schnell und stürmisch. Wichtig ist die Reinheit der Hefe (Reinzuchtverfahren nach Hansen).

Für die Herstellung untergärigen Bieres ist meist eine künstliche Kühlung der Würze notwendig. Die Untergärung ist in 10—12 Tagen beendigt, das Jungbier wird auf große Fässer abgefüllt und der Nachgärung und Klärung in kühlen Lagerkellern überlassen. Die Lagerzeit wechselt je nach der Bierart. Schließlich wird das Bier in die Transportfässer abgefüllt oder mittels besonderer Apparate direkt auf Flaschen.

Bei der Obergärung (Grätzer, Berliner Weißbier, norddeutsches Braunbier, die englischen Biere Ale und Stout) bildet die Oberhefe auf dem Gärbottich meist eine Schwimmschicht und unterscheidet sich schon hierdurch äußerlich von der „Unterhefe". Die Obergärung verläuft in 2—5 Tagen. Deshalb und weil auch eine künstliche Kühlung meist entbehrlich ist und aus anderen Gründen sind diese Biere gewöhnlich billiger.

Die nachfolgende Tabelle gibt für einige bekannte Biere die gewöhnliche Zusammensetzung an.

Extrakt und Alkoholgehalt der Biere.

Bezeichnung des Bieres	Extrakt %	Alkohol Gew.-%
Norddeutsches Schankbier (hell)	5,0	3—4
Münchner Sommerbier	6,6	3,6
Exportbier	6,5	4,3
Salvator	10,3	5,0
Pilsener Urquell	5,3	3,4
Berliner Weißbier	4,7	2,5
Porter (Stout)	8,0	5,2
Ale	6,0	5,3
Mumme	55,0	3,0 u. weniger

Unter Extrakt versteht man das ganze Bier ohne Alkohol und Kohlensäure. Im Extrakt sind Reste von Maltose, dann vor allem Dextrin, Eiweißstoffe, Hopfenbitterstoffe, Mineralstoffe u. dgl. enthalten. Durch den Dextringehalt usw. wird das Bier (vom Alkohol abgesehen) gleichzeitig zu einem wenn auch stark verdünnten Nahrungsmittel.

Die Bezeichnung des Bieres als „flüssiges Brot" ist trotzdem nicht gerechtfertigt. In Zeiten des Nahrungsmittelmangels bedeutet die Herstellung des Bieres zweifellos eine gewisse Verschwendung, da durch die Gärung wertvolle Kohlehydrate für die menschliche Ernährung verloren gehen und der Genuß des Bieres nur auf gewisse Teile der Bevölkerung beschränkt ist.

2. Wein.

Wein ist das durch alkoholische Gärung aus dem Safte der frischen Weintraube hergestellte Getränk. Die Weintrauben sind die Früchte der Weinrebe (Vitis vinifera L.). Es gibt eine sehr große Anzahl von Traubensorten.

Die hauptsächlichen Feinde des Rebstockes und der Trauben sind die Reblaus (Phylloxera vastatrix), deren eine Form, die Wurzellaus, die Wurzeln zerstört, der Heu- und Sauerwurm, Raupen, welche aus zwei Schmetterlingsarten (Traubenwickler) entstehen und die Blüten und Beeren zerfressen und die Peronospora viticola, ein Pilz, welcher Blätter und Triebe der Reben zerstört.

Bei der Traubenreife nimmt der Säuregehalt der Beeren ab, der Zuckergehalt zu.

Zur Weinbereitung werden die Beeren gelesen, zerquetscht (eingemaischt) und dann für die Herstellung von Weißweinen sofort ausgepreßt (gekeltert). Der Rückstand sind die Trester, die gewonnene Flüssigkeit der Most. Bei der Rotweinbereitung trennt man Most und Trester nicht allsogleich, sondern läßt ersteren erst einige Zeit auf denselben gären.

Aus den Trestern lassen sich durch Zuckerung und nochmalige Gärung die minderwertigeren „Tresterweine" gewinnen.

Zur Vergärung wird der Most auf Fässer gefüllt. Hier beginnt durch die an den Trauben haftende Weinhefe oder durch die jetzt meist zur Erzielung reingäriger Weine künstlich zugesetzte Reinhefe[1]) die Zerlegung des Zuckers in Kohlensäure und Alkohol. Die Gärung kommt bei einem Gehalt von etwa 12 Gew.-% Alkohol zum Stillstand. Einen natürlichen höheren Alkoholgehalt kann also ein Wein nicht besitzen, Weine mit höherem Alkoholgehalt, z. B. gewisse Süßweine, verdanken denselben einem künstlichen Spritzusatz. Gewisse Zuckermengen bleiben unvergoren. Die beste Gärtemperatur ist 15—18° C. Nach einigen Monaten wird der Wein auf ein anderes Faß abgezogen. Es erfolgt noch eine Nachgärung. Der Faßwechsel (Abstich) pflegt einige Male wiederholt zu werden.

Der Most unterscheidet sich vom Weine hauptsächlich durch einen erheblich höheren Gehalt an gelösten Bestandteilen, namentlich an Zucker, Extrakt und durch das Fehlen von Gärungsprodukten (Alkohol, Glyzerin, Milchsäure, Bernsteinsäure, Kohlensäure). Der Zuckergehalt des Mostes schwankt zwischen 6 und 35%. Der Glyzeringehalt geht dem Alkoholgehalt ungefähr proportional und beträgt etwa $^1/_{10}$ der Menge desselben. Die ursprünglich im Moste vorhandenen organischen Säuren (Weinsäure, Äpfelsäure, Gerbsäure) werden durch den Gärprozeß stark reduziert. Milchsäure und Bernsteinsäure entstehen neu. Der Gesamtsäuregehalt des Weines beträgt etwa $^1/_2$—$1^1/_2$%. Die Bukettstoffe des Mostes werden durch die Gärung wenig verändert.

[1]) Durch diese Reinhefen läßt sich aber der Charakter eines Weines nur bis zu einem gewissen Grade beeinflussen.

Kohlensäure findet sich reichlich nur in jungen Weinen.

Zu den Verbesserungen (Kellerbehandlung) des Weines gehört zunächst der Zuckerzusatz innerhalb bestimmter Grenzen. Das Schwefeln der Fässer (desinfizierende Einwirkung der schwefligen Säure), die künstliche Klärung (das Schönen und Filtrieren) der Weine, das Pasteurisieren bei 60—65° auf kurze Zeit und das Verschneiden sind die sonstigen häufigsten kellertechnischen Verfahren. Außerdem kommen noch vor das Entsäuern mit kohlensaurem Kalk (Chaptalisieren), die Herstellung von Tresterweinen (s. o.) zur Herstellung des „Haustrunks" usw.

Wenn der Wein luftbeständig geworden ist, ist er reif zum Abfüllen auf Flaschen.

Bei der Schaumweinfabrikation unterscheidet man Schaumweine mit Flaschengärung (natürlichem Kohlensäuregehalt) und solche mit künstlicher Kohlensäurezufuhr (billige Sorten). Nach beendigter Flaschengärung wird der entstandene Niederschlag aus Hefen u. dgl. durch Degorgieren (Stopfenlüftung bei Kopfstellung der Flasche) entfernt und der Schaumwein gezuckert (Likörzusatz).

Süßweine (griechische Süßweine, Marsala, Sherry, Portwein, Madeira) haben vielfach einen künstlichen Spritzusatz.

Obstweine werden hauptsächlich aus Äpfeln und Birnen in ähnlicher Weise wie der Traubenwein bereitet.

Kognak ist das Destillat aus Wein (s. u.).

Die deutsche Weinproduktion steht quantitativ hinter der vieler anderer Länder (Frankreich, Italien, Spanien, Österreich, Portugal, Ungarn) zurück. So betrug z. B. die Weinproduktion Frankreichs bereits vor dem Kriege mehr als das 20fache der Produktion Deutschlands. Die Qualität der deutschen Weine ist aber durchschnittlich erheblich und ihr Charakter wird besonders geschätzt. In Deutschland selbst rangierten vor dem Kriege als weinproduzierende Staaten der Quantität nach hintereinander: Elsaß-Lothringen, Bayern (Pfalz), Baden, Preußen, Hessen und Württemberg.

Aus der folgenden Tabelle ist der durchschnittliche Gehalt verschiedener Weine an Extrakt und Alkohol zu entnehmen.

Extrakt und Alkoholgehalt verschiedener Weine, des Obstweins und des Kognaks. (Abgerundete Zahlen.)

(Teilweise nach Kraus.)

Bezeichnung des Weines oder Obstweines	100 g enthalten Extrakt g	100 g enthalten Alkohol g
Deutsche Weißweine	2—3	6—8
Deutsche Rotweine	2—3	7—9
Französische Rotweine	2	8
Tokayer, Ruster Ausbruch	24—26	10
Gespritete Süßweine	4—22	12—16
Schaumweine	—	8—12
Obstweine	3—5	4—5
Kognak	—	40

3. Branntwein.

Branntweine werden durch Destillation entweder aus vergorenen Zuckerstoffen oder aus alkoholischen Flüssigkeiten (z. B. Wein) hergestellt. Als Ausgangsmaterial im ersteren Fall dienen meist stärkemehlhaltige Rohstoffe, welche durch geeignete Verfahren in gärfähige Zuckerarten überführt werden.

Liköre werden durch Destillation unter Zusatz von Kräutern oder durch nachträgliches Zufügen von Pflanzenauszügen, ätherischen Ölen, Zucker usw. erzeugt. Zuckerarme Liköre heißen auch Bitter.

In der folgenden Tabelle sind einige Branntweine unter Angabe der zur Herstellung benutzten Rohstoffe und des Alkoholgehaltes, welchen sie gewöhnlich besitzen, zusammengestellt.

Alkoholgehalt von Trinkbranntweinen.

Bezeichnung	Zur Herstellung benutzte Rohstoffe	Alkohol Vol.-%
Kartoffelbranntwein	Kartoffeln	etwa 30—40
Kornbranntwein	Getreidekörner	
Arrak	Reis u. Kokospalmsaft	60
Rum	Zuckerrohrmelasse	60—90
Whisky	Mais oder Gerste	30—60
Kognak (nach d. Weingesetz)	Traubenwein	mindestens 38, meistens 50—60

Die besseren Branntweine enthalten neben dem Alkohol noch Bukettstoffe. Bei der Gärung entstehen oft auch höhere Alkohole (z. B. Amylalkohol, sog. Fuselöl). Ihre Anwesenheit in größerer Menge gilt als gesundheitlich bedenklich. Unzulässig ist ein Gehalt an Methylalkohol.

Alkohol, welcher nur zu gewerblichen Zwecken Verwendung finden soll, wird aus steuertechnischen Gründen vergällt (denaturiert), gewöhnlich durch Zusatz von 4% Holzgeist (Methylalkohol) und 1% Pyridinbasen. Beide Stoffe sind giftig. Die tödliche Menge des Methylalkohols beträgt etwa 50—100 ccm. Massenvergiftungen durch Methylalkohol sind öfter beobachtet (z. B. 80 Todesfälle im Jahre 1911 im Berliner Städt. Asyl f. Obdachlose). Auch die Dämpfe sind giftig. Unter den Krankheitserscheinungen sind schon nach Genuß geringer Mengen (8—10 g) schwere Sehstörungen (Optikusdegeneration) charakteristisch. Erblindung ist häufig die Folge. Nach § 153 des Reichs-Ges. über das Branntweinmonopol vom 26. Juli 1918 ist daher die Verwendung von Methylalkohol für Nahrungs- und Genußmittel, Heilmittel und kosmetische Mittel verboten.

B. Alkaloidhaltige Genußmittel.

1. Kaffee.

Der im Handel befindliche Kaffee besteht aus den Samen hauptsächlich zweier Coffea-Arten (Rubiazeen), nämlich der Coffea arabica L. und der Coffea liberica Bull. Der arabische Kaffeebaum ist ein mäßig hohes, bisweilen strauchartiges Gewächs mit immergrünen Blättern und weißen Blüten. Die Frucht ist eine Steinfrucht, welche im Fruchtfleisch eingebettet zwei plankonvexe Samen die „Kaffeebohnen" des Handels enthält.

Die rohen Samen haben einen Coffeingehalt von 0,7—2,2%. Für den Handel werden die Samen vom anhängenden Fruchtfleisch, der Schale und dem Silberhäutchen befreit und nach verschiedenen Verfahren sortiert und verpackt.

In Deutschland wurden vor dem Kriege jährlich für etwa 160—170 Millionen Mark Kaffee eingeführt. Der Kaffeegenuß hat sich in Europa erst seit Mitte des 17. Jahrhunderts eingebürgert.

Als Genußmittel sind die Kaffeebohnen erst tauglich, nachdem sie einen Röstprozeß bei etwa 200—220° C durchgemacht haben. Die gelbgrauen Kaffeebohnen färben sich dabei dunkelbraun und besitzen nun erst das spezifische Kaffeearoma. Eine Reinigung der Bohnen vor dem Rösten („Thumkaffee") ist zweckmäßig. Neben weniger interessierenden Stoffen ist in den aromatischen Produkten das sog. „Kaffeol" vorhanden, ein wahrscheinlich kompliziert zusammengesetztes Gemisch verschiedener Stoffe, darunter Furfurol. Beim Rösten gehen 15—25% des Gewichts der Bohnen zu Verlust.

Gerösteter Kaffee enthält im Mittel 1,3% Koffein, 14% Fette, Öle und Ätherextrakt, 1,3% Zucker und 5% Gerbsäure.

Nimmt man an, daß zur Herstellung eines kräftigen Kaffeeaufgusses 15 g gerösteter Kaffee benutzt werden und daß es gelingt, 95% des vorhandenen Koffeins in Lösung zu bringen, so würden in einem solchen Kaffeeaufguß 0,19 g Koffein enthalten sein. Die arzneiliche höchste Einzeldosis von Koffein ist 0,5 g.

Die Kaffeewirkung ist zwar im wesentlichen eine Koffeinwirkung, jedoch treten noch hinzu die Nebenwirkungen des oben genannten Kaffeols, der flüchtigen Röstprodukte des Kaffees, welche zum Teil ebenfalls erregende Eigenschaften haben, daneben aber bei empfindlichen Personen auf den Magendarmkanal reizend wirken.

Die physiologischen Wirkungen eines Kaffeeaufgusses und einer Koffeinlösung sind also nicht ganz gleichartig.

2. Tee.

Unter Tee versteht man die getrockneten Blattknospen und Blätter des Teestrauches (Thea chinensis) und seiner Varietäten.

Je nach der Art der Verarbeitung entsteht der grüne Tee (die getrockneten frischen Blätter) oder der schwarze Tee (die Blätter welken und gären erst, bevor man sie trocknet).

Der Gehalt des Koffeins (auch Theïn genannt) im Tee schwankt zwischen 0,9 und 4,5%. Ätherische Öle sind namentlich im grünen Tee in bemerkenswerter Menge vorhanden (0,5—1,0%), der Gerbstoffgehalt beträgt 8—26%. Da zur Herstellung eines Teeaufgusses im allgemeinen nur etwa 5 g Tee verwendet zu werden pflegen, so würde ein Aufguß, unter Annahme der völligen Auslaugung des Koffeins, 0,05—0,22 g Koffein enthalten, im Durchschnitt also weit weniger als der oben genannte Kaffeeaufguß. Die leichtere Vertragbarkeit des Tees erklärt sich aber nicht nur hierdurch, sondern auch durch das Fehlen des Kaffeols (s. o.). Dagegen kann ein hoher Gehalt an ätherischen Ölen die erregende Wirkung des Tees im Vergleich mit dem Kaffee steigern. Deswegen wirkt grüner Tee erregender als schwarzer.

Ein wohlfeiles, dem Tee ähnliches Genußmittel sind die getrockneten Blätter einer südamerikanischen Stechpalmenart (Ilex paraguayensis) der Maté. Seines weniger zusagenden Geschmackes wegen hat sich dieses Genußmittel aber bei uns noch wenig eingeführt.

3. Kakao.

Die Kakaobohnen sind die Samenkerne der gurkenähnlichen Früchte von Theobroma Cacao, des Kakaobaumes. Sie enthalten 0,8—1,6% Theobromin, viel Fett (bis ca. 50%) und Stärkemehl (bis 10%). Die Kakaobohnen sind also nicht lediglich Genußmittel, sondern enthalten auch Nahrungsstoffe. Die Bohnen werden bei 130° geröstet und dann zu Kakaomasse vermahlen.

Dem Kakao pflegt ein mehr oder minder großer Teil des Fettes entzogen zu werden. Nach R. O. Neumann sind indessen Kakaos mit hohem Fettgehalt den stark abgepreßten vorzuziehen. Er fordert einen Mindestgehalt von 30% Fett.

Während des Weltkrieges wurde das Deutsche Reich von der Zufuhr von Kaffee, Tee und Kakao nahezu gänzlich abgeschnitten. Neben den schon in Friedenszeiten üblichen Kaffeesurrogaten (Zichorie, Feigen, Gerste, Roggen, Weizen, Malz, Eicheln) kamen zahlreiche neue auf den Markt; auch für Tee und Kakao wurden Ersatzpräparate angeboten. Es erübrigt sich, auf sie hier einzugehen.

4. Tabak.

Die Blätter der Tabakpflanze (Nicotiana Tabacum L.) werden, um sie gebrauchsfertig zu machen, zunächst an der Luft getrocknet (Dachreife), wobei die Blätter braun werden. Dann werden sie, in Bündeln zusammengepackt, einem eigenartigen Gärungsprozeß (Fermentation) unterworfen, bei dem wahrscheinlich verschiedene Mikroorganismen und Enzyme eine Rolle spielen. Durch die Fermentation, bei welcher sich der Tabak nicht unerheblich erhitzt, wird Aussehen und Aroma des Tabaks verbessert. Ein Teil des Nikotins geht dabei zu Verlust. Die Blätter werden weiter teils durch Auslaugen, teils durch Imprägnierung mit sog. „Saucen" behandelt und dann zu Zigarren, Zigaretten, Pfeifentabak, Schnupftabak und Kautabak verarbeitet.

Es ist bisher wenig sicheres über die physiologische Wirkung der verschiedenen Formen des Tabakgenusses bekannt trotz einer Reihe eingehender neuerer Arbeiten, welche hauptsächlich von Thoms und K. B. Lehmann und seinen Schülern stammen. Nicht einmal über die Wirkung des Tabakrauchens und über die einzelnen, die Bekömmlichkeit des Rauchens beeinflussenden Faktoren sind unsere Kenntnisse vollständig.

Im wesentlichen muß man sich zur Zeit noch an die Erfahrungstatsachen halten. Hierzu gehört, daß gewisse Zigarren (von Zigarren soll hier nur die Rede sein) „leicht", andere „schwer" sind. Zu den letzteren gehören vorwiegend die Importzigarren. Es gilt ferner als erwiesen, daß der gleiche Tabak aus der Pfeife geraucht schwerer verträglich ist als in Zigarrenform. Worauf aber die Eigenschaften „leicht" und „schwer" beruhen, ist noch nicht klar. Früher nahm man ohne weiteres an, daß lediglich der Nikotingehalt die Bekömmlichkeit einer Zigarre bestimme, doch haben die Untersuchungen gezeigt, daß die Unterschiede im Nikotingehalt verschiedener Tabak(Zigarren-)sorten nicht groß genug sind, um diese verschiedene Bekömmlichkeit zu erklären, ja manche „schwer" wirkende Sorten haben einen geringeren Nikotingehalt als „leichte".

Trotzdem bestehen nach der Meinung einiger Autoren gewisse Beziehungen zwischen Nikotingehalt und Wirkung. So beträgt nach K. B. Lehmann der Nikotingehalt (abgerundet) bei sog. „nikotinfreien" Zigarren 0,4—0,8%, bei leichten Zigarren 0,9—2,3%, bei mittelkräftigen Zigarren 1,0—2,0%, bei starken Zigarren 1,2—3,9%.

Der Nikotingehalt des Pfeifentabaks bewegte sich in den untersuchten Proben zwischen 0,8 und 2,2%, des Kautabaks zwischen 2,1 und 2,4% und des Zigarettentabaks zwischen 1,3 und 2,1%. Der größte Teil des Nikotins (nach K. B. Lehmann bei Zigarren im Durchschnitt 95%) gelangt in den Rauch und wird aus demselben bis zu einem gewissen Grade von der Mundhöhlenschleimhaut resorbiert, doch gelangt faktisch nur etwa $^1/_3$ des Rauches und damit des Nikotins in den Mund des Rauchers.

Im Rauche kommen ferner vor Pyridin, Ammoniak, Pyrrol, Schwefelwasserstoff, Formaldehyd, Blausäure, Kohlenoxyd u. a. Auch die Blausäure und das Kohlenoxyd wurden als Ursache für die Schädlichkeit und Unschädlichkeit des Tabakrauches in Anspruch genommen. Da aber der mittlere Blausäuregehalt des Rauches nur 0,1 mg pro Liter Rauchluft beträgt und ein Raucher aus dem Rauche einer mittleren Zigarre nur ungefähr 0,7 mg Blausäure von der Mundhöhle aus resorbiert, so ist es sehr zweifelhaft, ob man der Blausäure die Schuld bei etwaigen Tabaksrauchvergiftungen wird zuschreiben dürfen. Ähnlich ist es mit dem Kohlenoxyd. Dasselbe ist zwar reichlich im Tabakrauch vorhanden (zu 1—6%) und zwar im Zigarrenrauch bedeutend reichlicher als im Zigarettenrauch. Es wird aber nach den vorliegenden Untersuchungen von der Mundhöhle aus augenscheinlich fast gar nicht aufgenommen.

Die Erfahrung lehrt, daß Zigarren von hohem spezifischem Gewicht und größerer Feuchtigkeit schwerer zu vertragen sind als leicht gewickelte trockene Zigarren mit gutem Brand. Es scheinen also doch im wesentlichen Produkte unvollkommener Verbrennung oder bei geringer Luftzuführung in größerer Menge gebildete andere Stoffe zu sein, welche die Ertragbarkeit, die „Schwere" einer Zigarre bedingen.

Beim Auslaugen der Spitze der Zigarre mit dem Speichel („Naßraucher") können erhebliche Mengen von Nikotin und anderen Stoffen, welche sich beim Brennen der Zigarre infolge der trockenen Destillation in der Spitze kondensiert haben, zur Resorption kommen.

Nach Thoms läßt sich das Nikotin durch Zwischenschaltung eines mit Ferrum citricum oxydatum oder Eisenchlorid getränkten Wattebäuschchens abfangen (Wendts Patentzigarre). Die Gewöhnung an das Nikotin tritt anscheinend rasch ein, doch nur bis zu gewissen Dosen.

Worauf die für den Raucher so angenehme Wirkung des Tabakrauches beruht, ist somit wissenschaftlich einstweilen nicht festzustellen. Die Erfahrung lehrt nur, daß das Rauchen eine behagliche Stimmung hervorruft, die Gedankenarbeit scheinbar erleichtert und bei nervöser Erregung beruhigend wirkt. Ob das Nikotin hieran Schuld ist, ist sehr fraglich. Manche glauben, daß es sich beim Rauchen hauptsächlich um Suggestionswirkung handelt, daß der Genuß im wesentlichen durch Betrachtung der „Rauchbilder" entsteht. Das Rauchen im Dunkeln ist bekanntlich sehr viel weniger genußreich.

Versuche am Ergographen (Palmèn) haben übrigens gezeigt, daß Tabaksgenuß zwar zunächst leichter körperlicher Arbeit förderlich ist, daß die Arbeitsleistung aber dann herabgedrückt wird, zumal wenn die Muskeln durch vorhergehende Arbeit ermüdet sind.

Auch der Tabakimport nach dem Deutschen Reich ist während des Weltkrieges ins Stocken geraten, nur der Zigarettentabak stand meist in ausreichendem Maße zu Gebote. Es sind daher auch für den Rauchtabak eine große Anzahl von Tabakersatzstoffen auf den Markt gekommen (Baumlaub, Rübenblätter, Hopfen, Kiefernnadeln usw.). Auch auf diese Ersatzmittel einzugehen liegt hier kein Grund vor.

IV. Veränderung der Ernährung in einer für den Organismus schädlichen Richtung.

Die Zuführung von Nahrungs- und Genußmitteln kann sowohl hinsichtlich der Menge als auch hinsichtlich der Beschaffenheit unzweckmäßig und schädlich für den menschlichen Organismus sein und vom hygienischen Standpunkt aus Bedenken erregen. Die natürlichen Regulatoren für die Nahrungsaufnahme, Hunger- und Durstgefühl, versagen unter Umständen bei einem unter den künstlichen Kulturverhältnissen lebenden Menschen. Bisweilen gestaltet sich auch die Ernährung unter dem Zwange der Verhältnisse falsch, so besonders bei der ärmeren Bevölkerung, welche mit wenig Mitteln ihren Nahrungsbedarf bestreiten muß. Die Unkenntnis des Nährwertes der verschiedenen Nahrungsmittel kommt hier oft noch erschwerend hinzu.

A. Entziehung von Wasser und Nahrungsstoffen.

Auf die Entziehung von Wasser und Nahrungsstoffen antwortet der Organismus zunächst mit dem Erwachen des Durst- und Hungergefühles. Ersteres pflegt das heftigere zu sein, wie denn überhaupt der Organismus die Entziehung von Wasser sehr viel weniger verträgt, als die Entziehung der eigentlichen Nahrungsstoffe. Im Experiment tritt bei Tieren der Verdurstungstod sehr viel schneller ein als der Hungertod. Bei dem großen natürlichen Wassergehalt aller Organe ist dies verständlich. Der hungernde, aber Wasser aufnehmende Körper verzehrt seine Körpersubstanz unter allmählicher Gewichtsabnahme, doch werden die lebenswichtigsten Organe (Gehirn, Herz, Atemmuskulatur) zunächst nur wenig angegriffen, während das Fettgewebe, das übrige Muskelgewebe, zum Teil auch die drüsigen Organe eine Abnahme zeigen. Nach Verlust etwa der Hälfte des Körpergewichts tritt bei hungernden Tieren gewöhnlich der Tod ein.

Hungerversuche am Menschen sind über mehrere Wochen ausgedehnt worden.

Wird Nahrung zwar gereicht, aber nicht in hinlänglicher Menge, so tritt der Zustand der Unterernährung ein. Führt sich ein Arbeiter von 70 kg Gewicht, welcher eigentlich pro Kilo 40 große Kalorien (insgesamt also 2800) brauchte, z. B. nur 30 Kalorien pro Kilo (insgesamt also 2100) zu, so muß er die 700 fehlenden Kalorien durch Verbrennung des eigenen Körpermaterials decken. Er wird an Gewicht verlieren und damit sinkt auch der Nahrungsbedarf. Aber erst wenn sein Körpergewicht sich auf 52 kg vermindert hätte, würden die 2100 Kalorien eine hinreichende Ernährung darstellen. Inzwischen hätte aber der betreffende durch starken Muskelschwund usw. einen großen Teil seiner Arbeitsfähigkeit eingebüßt.

Ein Sonderfall der Unterernährung kann dann eintreten, wenn die Nahrung ihrem Gesamtbrennwert nach zwar ausreichend ist, wenn sie aber zu wenig Eiweißstoffe enthält. Es ist schon oben darauf hingewiesen worden, daß das Eiweiß unter den Nahrungsstoffen eine Sonderstellung insofern einnimmt, als eine gewisse Menge von ihm in der Nahrung vorhanden sein muß und nicht durch isodyname Mengen von Fett oder

Kohlehydraten vertreten werden kann. Über die Höhe dieses „Eiweißminimums" ist viel gestritten worden. Irrigerweise hat man vielfach das von C. Voit (1877) angegebene Kostmaß für einen mittleren Arbeiter von 70 kg Gewicht (118 g Eiweiß, 56 g Fett und 500 g Kohlehydrate) so aufgefaßt, als ob die darin enthaltene Angabe für den Eiweißgehalt das Minimum darstelle. Dem ist nicht so. Eine Reihe wichtiger Versuche, von denen nur die von R. O. Neumann erwähnt sein mögen, haben uns gelehrt, daß man unter Umständen auch längere Zeit hindurch noch mit geringeren Eiweißmengen auskommen kann. In den Neumannschen Versuchen z. B. trat Stickstoffgleichgewicht schon mit 1 g Eiweiß pro Kilogramm Körpergewicht und Tag = 0,16 g Stickstoff ein.

Trotz dieser und anderer Versuche ist es aber nicht möglich, eine Standardzahl für das Eiweißminimum aufzustellen. Nach Rubner gibt es ein allgemein gültiges Eiweißminimum schon deswegen nicht, weil dasselbe ganz verschieden ausfallen muß, je nach der Zusammensetzung der Kost überhaupt und vor allem nach der Art der verfütterten Stickstoffsubstanz. Bei alleiniger Brotkost (Weizenmehl) ist z. B. das Stickstoffminimum rund 2,4 mal so groß wie bei alleiniger Kartoffelkost, da die „biologische Wertigkeit" der Stickstoffsubstanz der Kartoffel eine weit höhere ist als die des Weizenmehls (vgl. S. 229).

Demnach können also die Eiweißkörper der verschiedenen Nahrungsmittel sich nicht ohne weiteres zur Erhaltung des Eiweißbestandes des Körpers vertreten.

Das erreichbare Stickstoff- bzw. Eiweißminimum kann also zwar unter Umständen sehr niedrig werden, es handelt sich dann aber eben um besondere Verhältnisse.

Wenn es auch zweifellos zu begrüßen ist, daß der in gebildeten Ständen und bei Wohlhabenden oft getriebene Eiweißkultus eine Einschränkung erfährt, so muß doch andererseits davor gewarnt werden, diese Bestrebungen nach der anderen Seite hin (Hindhede) zu übertreiben. Ein Überschuß an Eiweißnahrung über das physiologische Mindestmaß (die Abfallsquote) hinaus ist schon als Sicherheitsfaktor unumgänglich notwendig. Grundsätzlich ist außerdem an der Forderung festzuhalten, daß man nur dann die Eiweißzufuhr verringern darf, ohne Schaden anzurichten, wenn die Gesamtkalorienmenge genügend hoch bleibt.

Da der größte Teil des Eiweißes in Form animalischer Nahrungsmittel aufgenommen zu werden pflegt, steht die Eiweißfrage auch mittelbar in Beziehung zu der Frage des Vegetarianismus, d. h. der ausschließlichen Ernährung mit Pflanzenkost. Dieselbe ist, wie schon die Erfahrung zeigt, wohl möglich, während eine ausschließliche Ernährung mit animalischen Nahrungsmitteln für längere Zeit nicht möglich sein würde. Sieht man von Bedenken ästhetischer Natur ab, welche manche Menschen abhalten, sich von „Tierleichen" zu nähren, so bleiben durchschlagende Gründe, welche für eine vegetarische Ernährungsweise sprechen, nicht wohl übrig. Hält man die Überernährung mit Eiweiß für einen Nachteil, so ist nicht zu bestreiten, daß diese Gefahr bei der vegetarischen Lebensweise am ehesten vermieden wird. Auch bei der von Chittenden und Hindhede empfohlenen Ernährungsweise wird der Eiweißverzehr stark in den Hintergrund gedrängt. Beide Arten von Ernährung führen indessen leicht zu einer unerwünschten Einförmigkeit, andererseits sind sie aber verhältnismäßig billig und veranlassen fast von selbst zur

Enthaltung von alkoholischen Getränken. Der strenge Vegetarianismus ist ja meist mit Alkoholabstinenz vergesellschaftet.

Zu bemerken ist noch, daß die rein vegetarische Kost ihres erheblichen Volumens wegen und wegen ihres großen Gehaltes an nicht ausnutzbaren Stoffen, die in den vegetabilischen Nahrungsmitteln vorhanden sind, den Darmkanal in unbequemer Weise belastet.

Schließlich ist es im wesentlichen eine Geschmackssache, ob man sich für diese oder jene Kostform entscheidet. Die körperliche Leistungsfähigkeit scheint jedenfalls durch die vegetarische Ernährung nicht zu leiden.

Das oben erwähnte Voitsche Kostmaß ist ein praktisch brauchbarer Anhaltspunkt für die Mengen von Nahrungsstoffen, welche der mittlere Arbeiter von 70 kg braucht, um sich in ausreichendem Ernährungszustand zu halten. Es empfiehlt sich aber, die oben angeführten Zahlen von 118 g Eiweiß und 56 g Fett abzurunden, da sonst der Eindruck erweckt wird, als ob es sich hier um Zahlen handelt, deren genaue Einhaltung notwendig ist. Man hat daher vorgeschlagen, das Kostmaß auf folgende Durchschnittswerte abzurunden:

110 g Eiweiß,
60 g Fett,
500 g Kohlehydrate.

Diese 110 g Eiweiß in der Nahrung werden etwa 96 g resorbierbarem Eiweiß entsprechen. Von einer überflüssigen Eiweißzufuhr wird man erst bei Mengen sprechen dürfen, welche 120 g erheblich übersteigen.

Während des Krieges von v. Müller und Jansen an etwas untergewichtigen Personen bei mittlerer Arbeit angestellte Versuche (vgl. S. 232) haben ergeben, daß durchschnittlich als untere Grenze für einen Erwachsenen etwa 60 g resorbierbares Eiweiß täglich, d. h. rund 1 g für das Kilogramm Körpergewicht bei einem Mindestgesamtgehalt der Kost von 2000 Kalorien unter den derzeitigen Verhältnissen anzusehen sein dürften. Wie an anderer Stelle (S. 228) bereits auseinandergesetzt wurde, beträgt nach Rubner die sog. Abfallsquote, d. h. derjenige Teil des Eiweißes, welcher nicht durch andere Nahrungsstoffe isodynam ausgetauscht werden kann, 4—6 % der Gesamtkalorien für den Ruhezustand bei mittlerer Temperatur, für 2000 Kalorien also rund 20—30 g. Ein solches äußerstes Minimum, wie es die Abfallsquote darstellt, läßt sich aber, wie oben schon gesagt, praktisch längere Zeit nicht durchhalten. Aus diesen und anderen Gründen (z. B. wegen der verschiedenen biologischen Wertigkeit der Eiweißstoffe) wäre es unmöglich, den Wert der Abnutzungsquote auf das Kostmaß der Bevölkerung anzuwenden.

Nächst dem Eiweiß ist das Fett der teuerste, wenn auch der konzentrierteste Nahrungsstoff. Es kann also vorkommen, daß mit dem Fett in der Nahrung stark gespart werden muß. Vom ernährungsphysiologischen Standpunkt wären hierin besondere Bedenken nicht zu sehen, da ja die Fette durch die Kohlehydrate vertreten werden können. Aus Kohlehydraten vermag der Körper Fett zu bilden, es kann also auch bei fettarmer Nahrung Fett gespeichert werden. Bei starkem Fettmangel muß die Nahrung aber sehr voluminös werden, wenn sie z. B. beim stark arbeitenden das Kalorienbedürfnis decken soll. Aus diesem Grunde, aber auch vom küchentechnischen Gesichtspunkt aus wird man jedem Kostsatze eine nicht zu geringe Menge Fett beizufügen haben. Der

während des Weltkrieges im Deutschen Reiche herrschende ungeheuere Fettmangel hat die große praktische Bedeutung des Fettes bei unserer Ernährung erst in das richtige Licht gestellt.

In Friedenszeiten wurden von 100 Kalorien in der mittleren Arbeiterkost etwa 17 durch Eiweiß, 16 durch Fett und 67 durch Kohlehydrate gedeckt. Die Verluste an unresorbierten Nahrungsstoffen lassen sich nach Rubner für die mittlere Kost durch einen Abzug von 6—8 % der Gesamtkalorien genügend genau feststellen.

Mangel an Salzen (Aschenbestandteilen).

Die Anschauung, daß die gemischte übliche Nahrung genügende Mengen von Salzen enthält, daß es sich also erübrigt, für eine besondere Salzzufuhr Sorge zu tragen, dürfte für gewöhnlich richtig sein. Eine starke Entziehung der Chloride würde die Magensaftsekretion, eine Entziehung von Kalk und Phosphaten den Knochenstoffwechsel und ein Mangel an Eisen in der Ernährung die Blutbildung stören. Bei im Wachstum begriffenen Individuen würden sich solche Störungen am ehesten bemerklich machen. Der Bedarf an Chloriden schwankt. Ein Kochsalzgleichgewicht ist schon mit 4—5 g täglich zu erreichen. Meist wird vom Erwachsenen aber das Dreifache ausgeschieden. Der mittlere Bedarf an Kalk wird meist zu 1 g Kalzium für den Tag angenommen. Nach Ansicht einiger Autoren (Emmerich und Loew) enthalten Fleisch, Brot und Kartoffeln nicht die genügende Menge an Kalksalzen, so daß Kalk noch besonders zugeführt werden muß. Über diese angebliche Erdsalzarmut unserer Nahrung sind die Ansichten noch geteilt. Nach der Meinung einiger Autoren ist z. B. das Abbrühen der Gemüse wegen der damit verbundenen Verschleuderung der im Gemüse enthaltenen Salze ernährungsphysiologisch zu verwerfen. An Stelle des Abbrühens soll das Dämpfen treten.

Im Gegensatz zu einer Zuführung zu geringer Mengen von Nahrungsstoffen stehen die Erscheinungen der Überernährung.

B. Überernährung und sonstige unzweckmäßige Ernährungsarten.

Auch hier kann man zunächst allgemein von einer zu großen Zufuhr von Brennstoffen sprechen und dann die einseitige Überernährung mit einzelnen Nahrungsstoffen (Eiweiß, Fette, Wasser, Salze) betrachten.

Die dem Organismus einverleibten, aber nicht verbrauchten Mengen stickstofffreier Nahrungsstoffe werden teils in Glykogen, teils in Fett umgewandelt und als solche gespeichert. Über den Bedarf zugeführte Eiweißstoffe dagegen werden zumeist durch Erhöhung des Stickstoffumsatzes wieder ausgeschieden. Da die übermäßige Zufuhr von Eiweiß den gesamten Stoffwechsel erhöht („spezifisch-dynamische Wirkung“, S. 232), weit mehr als die von stickstofffreien Nahrungsstoffen, so wird schon aus diesem Grunde durch Fett und Kohlehydrat leichter ein Ansatz erzielt als durch Eiweißstoffe. Ein Eiweißansatz kann nur unter bestimmten Umständen und nur bei gleichzeitiger reichlicher Zufuhr stickstofffreier Nahrungsmittel erzielt werden.

Ein Übermaß an Eiweiß, im besonderen von animalischen Eiweißstoffen in der Ernährung, steigert nicht nur den gesamten Verbrennungs-

prozeß, sondern stellt außerdem eine überflüssige Belastung des Körpers mit Schlackenstoffen dar, welche durch die Niere wieder entfernt werden müssen oder wie Rubner es ausdrückt: „In Nahrungsgemischen, die an sich zur Erhaltung des Organismus hinreichen, ist die weitere Beigabe von Eiweiß zwecklos, da dasselbe der Spaltung unterliegt und als wertloser Ballast der Denaturierung verfällt."

Die Überladung des Blutes mit Stoffwechselzwischenprodukten des Eiweißes kann zu gewissen Erkrankungen führen oder disponieren, von welchen die gichtischen Erkrankungen die bekanntesten sind. Hier ist es vornehmlich die Harnsäure bzw. ihre Salze, welche, sich ausscheidend, die krankhaften Erscheinungen hervorrufen. Die Harnsäure bildet sich zum Teil „endogen", d. h. durch den Eigenstoffwechsel der Zellen, zum Teil „exogen" aus gewissen Eiweißkörpern der Nahrung, den Nukleoproteiden. Diese sind, wie S. 226 schon erwähnt, wesentliche Bestandteile der Zellkerne. Die Nukleoproteide spalten sich im Körper zunächst in Eiweiß und Nuklein. Aus letzterem entsteht Nukleinsäure und aus dieser bilden sich neben anderen Körpern die sog. Purinbasen. Die Purinbasen sind die Vorstufe zur Harnsäure und sie sucht man daher bei harnsaurer Diathese als Nahrungsmittel möglichst auszuschließen. Besonders reich an Purinbasen sind die großen Drüsen des Körpers, an erster Stelle die Thymusdrüse, dann Leber und Niere, ferner das Fleisch gewisser Fische, wie Sardine, Sprotte, Häring; von pflanzlichen Nahrungsmitteln sind verhältnismäßig reich an Purinstickstoff die Hülsenfrüchte, ferner Spinat und gewisse Pilze. Dagegen sind praktisch frei von Purinbasen Eier, Milch und reine Milchprodukte, Zerealien und Obst. In den übrigen Nahrungsmitteln ist der Purinbasengehalt verhältnismäßig gering.

Wie groß der Einfluß einer unzweckmäßigen, im besonderen einer zu eiweißreichen Kost auf die Entstehung von Gicht und harnsaurer Diathese ist, wissen wir nicht sicher. Zweifellos spielen dabei auch noch andere Faktoren, Vererbung, Alkoholismus usw. mit. Immerhin wird man vom Standpunkt der hygienischen Prophylaxe nicht aus den Augen lassen dürfen, daß Beziehungen zwischen der Zusammensetzung der Nahrung und diesen Stoffwechselanomalien bestehen.

Noch unsicherer sind unsere Kenntnisse über den Einfluß der reichlichen Eiweißkost auf das Nervensystem, auf die Psyche, den Sexualtrieb, die Anfälligkeit für Infektionskrankheiten u. dgl. mehr. An Stelle wissenschaftlicher Beobachtung muß hier einstweilen oft die praktische Erfahrung treten. So nimmt man an, daß übermäßige Bevorzugung von Fleisch in der Nahrung die nervöse Erregbarkeit steigere und die Libido sexualis errege. Gewöhnlich wird bei diesen Angaben aber nicht bedacht, daß reichlicher Fleischgenuß auch das Verlangen nach alkoholischen Genußmitteln wachruft, so daß die Schuld häufig mehr dem Alkohol zufallen dürfte.

Ob irgend eine sichere Beziehung zwischen der Empfänglichkeit für bzw. der Resistenz gegen Infektionskrankheiten und der Eiweißzufuhr besteht, läßt sich nicht sicher sagen. Im Fieber findet bekanntlich ein starkes Einschmelzen von Eiweiß statt. Schon aus diesem Grunde wird ein an Eiweiß nicht verarmter Organismus fieberhafte Krankheiten besser überstehen.

Daß ein gewisser Reservevorrat an Fett und ein guter Ernährungszustand überhaupt günstige Vorbedingungen für das Überstehen einer

Infektionskrankheit sind, ist ja eine durch die Erfahrung bestätigte, leicht verständliche Tatsache, daß aber dieser Körperzustand auch die Disposition für Infektionskrankheiten herabsetzt, ist zwar wahrscheinlich, aber wohl schwer beweisbar.

Andererseits führt eine zu starke Fettanhäufung zu gesundheitlichen Nachteilen. Prädilektionsstellen der Ablagerung des Fettes sind: Herz, Nieren und Leber, abgesehen vom Unterhautzellgewebe und dem Mesenterium. In dieser Verfettung lebenswichtiger Organe, in der wachsenden Unfähigkeit des Fettleibigen, sich körperlich zu betätigen, liegen erhebliche gesundheitliche Gefahren. Man hat auch die Aufnahme reichlicher Flüssigkeitsmengen für den Fettansatz mit verantwortlich gemacht, doch ist es fraglich, ob mit Recht. Nur soweit es sich um alkoholische Getränke handelt, besteht hinsichtlich der begünstigenden Wirkung kein Zweifel, da Alkohol das Fett vor Verbrennung schützt.

Thomas konnte einen Einfluß größerer aufgenommener Wassermengen auf die Ausnützung der Nahrung nicht feststellen, doch wäre es möglich, daß Aufnahme großer Flüssigkeitsmengen in anderer Weise begünstigend auf den Fettansatz wirkt.

Organische Nahrungsstoffe mit spezifischer Wirkung.

Ein besonderes Interesse hat in den letzten Jahren die Frage erweckt, welche Rolle die sogenannten akzessorischen Nährstoffe oder Ergänzungsnährstoffe, auch „Nutramine“ (Abderhalden), früher „Vitamine“ genannt, im Haushalt des Körpers spielen.

Die Beobachtung (Eijkman, Funk u. a.) hat gelehrt, daß bei einseitiger künstlicher Ernährung von Tieren mit Getreidekorn, bei welchem die Aleuronschicht des Endosperms entfernt ist (kleiefreies Mehl, polierter Reis usw.), ferner mit gewissen Nahrungsmitteln, die in feuchtem Zustand längere Zeit auf Temperaturen über 115 Grad erhitzt worden sind oder mit Nahrungsmitteln, die man mit Wasser, Alkohol, Äther usw. vorher extrahiert hatte, typische Krankheitserscheinungen auftreten (Polyneuritis, „alimentäre Dystrophie“). Auch beim Menschen hat man Erkrankungen, die entweder unter dem Bilde der Beriberi (Kakke der Japaner) oder des Skorbuts verlaufen, auf den Mangel an solchen akzessorischen Nährstoffen mit Recht zurückgeführt. Experimentelle Versuche am Menschen mit künstlich von Ergänzungsnährstoffen befreiter Nahrung ließen erhebliche Störungen im Gebiete des Nerven-, Zirkulationssystems und des Verdauungssystems auftreten. Man nimmt an, daß auch die bei Kindern beobachteten Mehl- und Milchnährschäden (Barlowsche Krankheit) und die Rachitis, vielleicht auch noch andere Krankheiten (Pellagra) mit dem Mangel an Ergänzungsnährstoffen, deren chemischer Charakter noch nicht feststeht, zusammenhängen. Da gewisse Nahrungsmittel (Hefe, Kleie, Bohnen, Weißkohl, Sauerampfer usw.) reich an diesen Ergänzungsnährstoffen sind, lassen sich durch ihre Darreichung die Krankheitssymptome beseitigen. Die Erklärung der interessanten Erscheinung (Ergänzungstheorie oder Entgiftungstheorie?) ist noch unsicher. Jedenfalls zeigen diese Forschungen, daß der biologische Wert einer Nahrung nicht allein auf ihrem Gehalt an Eiweiß, Fett, Kohlehydraten, Wasser und Salzen beruht.

C. Die Regelung der Ernährung.

Eine richtige Ernährung wird aber nicht nur gewährleistet durch die Zufuhr einer genügenden Menge von Gesamtkalorien mit einer gewissen Menge von stickstoffhaltigen Stoffen und Fetten, sondern es spielen dabei noch eine ganze Reihe von anderen Momenten eine Rolle.

Zunächst ist eine gewisse Regelmäßigkeit in der Ernährung unerläßlich. Berufe, welche es nicht zulassen, die Mahlzeiten zu bestimmten festliegenden Tageszeiten einzunehmen, sind schon aus diesem Grunde als gesundheitsschädigend zu betrachten.

Wie man die Mahlzeiten verteilt, ob z. B. nach deutscher oder englischer Sitte, dürfte minder bedeutungsvoll als eine gewisse Pünktlichkeit in der Einhaltung der einmal gewählten Ordnung sein. Im allgemeinen empfiehlt es sich, die Pausen zwischen den einzelnen Mahlzeiten nicht zu groß werden zu lassen, d. h. lieber öfter kleinere Nahrungsmengen zu sich zu nehmen, als selten große Nahrungsquantitäten.

Auch die Verwertung scheint im ersteren Fall, wie die Versuche von Thomas andeuten, eine bessere zu sein. Die letzte Mahlzeit sollte jedenfalls nicht zu kurz vor dem Schlafengehen eingenommen werden.

Die Aufnahme der Nahrung soll nicht in Hast erfolgen, die Speisen sollen mit den Zähnen gut zerkleinert werden, damit sie den Verdauungssäften eine größere Angriffsfläche bieten, die Ablenkung von dem mehr oder minder automatisch verlaufendem Akt der Nahrungsaufnahme durch leichte Unterhaltung u. dgl. ist zweifellos unbedenklich. Wichtig ist, daß keine Gefühle des Widerwillens gegen die Speisen durch psychische Eindrücke und Vorstellungen zustande kommen.

Psychische Depressionen wirken bekanntlich durch Hemmungserregungen sehr ungünstig auf den Ernährungszustand ein. Bei psychischer Erregung ist die Abscheidung der Verdauungssäfte vermindert. Dem Gefühl der Ermüdung, welches nach Einnahme der Hauptmahlzeit sich einzustellen pflegt, sollte nur in beschränktem Umfange nachgegeben werden. Bei den meisten Personen reicht eine Pause von 10—15 Minuten vollkommen aus, längeres Ruhen ist leicht von dem Gefühl des Unbehagens gefolgt.

Die Nahrung soll nicht monoton, sie soll appetitanregend sein, ohne doch zuviel an Gewürzen zu enthalten. Die Schwierigkeiten, eine abwechslungsreiche Kost zu bieten, steigern sich naturgemäß mit der Knappheit der zur Verfügung stehenden Geldmittel, können aber durch die Kochkunst fast immer mehr oder minder überwunden werden.

Die einfache reizlose Kost hat zwar an sich ihre gesundheitlichen Vorzüge, doch wird sie namentlich mit zunehmendem Alter oft schwer vertragen und kann zu bedenklichen Zuständen von Unterernährung führen. Solche Fälle werden bei der Beköstigung der Gefangenen häufig beobachtet.

Neben den üblichen Gewürzen sind es hauptsächlich die Extraktivstoffe des Fleisches, welche als appetitanregende Mittel von besonderem Werte sind. Ihre Bedeutung geht vielleicht noch weiter. Andererseits verführen sie allerdings auch, wenn andere Umstände dem nicht entgegenwirken, zu übermäßigem und einseitigem Fleischgenuß.

Die Ausnützung der Nahrungsmittel wird, wie oben erwähnt, durch gleichzeitige Wasseraufnahme nicht herabgesetzt, doch können größere Flüssigkeitsmengen, vor oder zu Anfang der Mahlzeit genossen, Appetitverlust hervorrufen. Bei dem großen Wassergehalt unserer Nahrungs-

mittel besteht — abgesehen von der heißen Jahreszeit — ein Zwang zur Aufnahme größerer besonderer Flüssigkeitsmengen bei jeder Mahlzeit nicht.

Es ist ferner eine berechtigte Forderung, daß ein Teil der Mahlzeiten, zumal die Hauptmahlzeit, in warmem Zustande verabfolgt wird. Durch die Einwirkung hoher Temperaturen werden die Speisen einmal sicherer von etwaigen Krankheitserregern befreit, dann aber wird auch der Wohlgeschmack und die Verdaulichkeit größtenteils erhöht. Zu gewissen Zeiten, besonders bei niederen Außentemperaturen, sind warme Speisen geradezu ein Bedürfnis.

Es muß daher auch solchen Personen, welche nicht innerhalb eines Haushalts oder einer Gastwirtschaft verköstigt werden, oder denen es an der nötigen Zeit fehlt, warme Speisen herzurichten, auf anderem Wege die Möglichkeit gegeben werden, sich der Vorteile der warmen Beköstigung zu erfreuen. Eine für diese Zwecke ausgezeichnete Einrichtung ist bekanntlich die sog. Kochkiste und das Thermosgefäß.

Auch die Konservierung fertiger Nahrungsmittel im Haushalt ist eine Aufgabe von erheblicher volkswirtschaftlicher Bedeutung. Sie wird durch Kühlhaltung der Speisen in geeigneten Eisschränken ausgeführt, an deren Stelle bei unbemittelteren Familien zweckmäßig nach Art der Kochkisten gebaute Kühlkisten treten können z. B. solche nach den Angaben von Prausnitz.

Auf die Herstellung von Konserven im Haushalt z. B. mit den von Weck zur Frischhaltung gelieferten Gefäßen (J. Weck, G. m. b. H., Öflingen i. Baden) ist bereits bei den Konservierungsmethoden hingewiesen worden.

D. Nahrungsmittelvergiftungen.

Massenerkrankungen durch Nahrungs- und Genußmittel sind dank der Beaufsichtigung des Nahrungsmittelverkehrs heute verhältnismäßig selten, vor allen Dingen die Vergiftungen mit Blei, Arsen, Mutterkorn u. a. Giften. Vergiftungen durch Benutzung giftiger Fette zur Margarineherstellung, sowie Vergiftungen durch Methylalkohol und giftige Pilze sind in den vorhergehenden Kapiteln bereits gestreift worden.

Von erheblicher Bedeutung sind aber immer noch — von den Invasionskrankheiten abgesehen — jene Erkrankungen, die auf Bakterien oder die von ihnen gebildeten Toxine zurückzuführen sind. Häufig sind die Erreger allerdings nicht mit Sicherheit zu ermitteln gewesen, aber in sehr zahlreichen Fällen hat man doch, wie im ersten Abschnitt schon ausgeführt wurde, folgende Infektionserreger als Ursache feststellen können: den Proteus vulgaris bzw. ihm verwandte Arten, den Bac. enteritidis Gärtner, den Paratyphusbazillus und den Bac. botulinus.

Gemüsekonserven ebenso wie Fleischkonserven, besonders Würste, die meist überhaupt einen sehr hohen Bakteriengehalt aufweisen, ferner Muscheln (Austern), Fische und Fischkonserven, Büchsenkrabben, ja sogar Eier- und Kartoffelspeisen waren die Nährboden, auf denen die genannten Infektionserreger zur Entwicklung gekommen waren. Der Gärtnerbazillus hat sich vorwiegend im Fleisch von kranken Rindern gefunden, der Paratyphusbazillus besonders häufig im Schweinefleisch. Die Infektion besteht entweder von Haus aus (kranke Tiere) oder kommt sekundär hinzu. Die betreffenden Waren sind äußerlich nicht immer

deutlich verändert. Vergiftungen durch kranke notgeschlachtete Tiere treten am ehesten auf dem Lande auf, wo bei den Hausschlachtungen die tierärztliche Kontrolle fehlt. Noch bedenklicher in dieser Beziehung sind die Geheimschlachtungen.

Was die Gesundheitsstörungen durch verdorbene Fische anlangt, so lassen sich diese durch vorherige genaue Besichtigung der Ware am ehesten vermeiden. Fische müssen als verdächtig angesehen werden, wenn die Hornhaut der Augen getrübt ist, die Kiemen blaß sind, das Fleisch den Fingereindruck bestehen läßt und die Schuppen sich leicht lösen. Muscheln und Krebse sollten nur in lebendem Zustand verkauft werden. Tote Muscheln haben offene Schalen, verdorbene oder verdächtige tote Krebse eine gestreckte statt einer gekrümmten Schwanzflosse.

Die früher häufiger beobachtete Vergiftung durch Miesmuscheln beruhte weniger auf einem spezifischen Giftgehalt der Muscheln, als auf dem Umstande, daß die Muscheln aus verunreinigtem Meerwasser stammten.

In Zweifelsfällen sollte zur Vorsicht das Kochwasser vom Genuß ausgeschlossen werden.

E. Schädigungen der Gesundheit durch Trinkwasser.

Wasser kann in mehrfacher Beziehung im Sinne des Nahrungsmittelgesetzes geeignet sein, die menschliche Gesundheit zu beschädigen.

Mangelhafte äußere Eigenschaften, wie abnorme Färbungen, Trübungen, schlechter Geruch und Geschmack sind gewöhnlich nur mittelbar schädlich, weil sie von dem Gebrauch des Wassers abhalten und zum Ersatz des Trinkwassers durch andere Getränke, z. B. Alkoholika oder äußerlich zwar besser aussehendes aber infiziertes Wasser, verleiten. Abschreckend vom Genuß wirkt auch eine zu hohe Wassertemperatur und der Mangel an gelösten Gasen, im besonderen der Kohlensäure (abgestandenes Wasser). Umgekehrt kann auch zu kaltes Wasser, in großen Mengen hastig genossen, Krankheitserscheinungen hervorrufen.

Der einwandfreie Nachweis, daß die besondere chemische Beschaffenheit eines Wassers Gesundheitsstörungen hervorgerufen hat, ist bisher fast nur gelungen in den Fällen, in welchen das Wasser Blei aufgenommen hatte. Erfahrungsgemäß haben Wässer mit hoher Karbonathärte nur geringe bleilösende Eigenschaften, dagegen sind Wässer, in welchen wenig Erdalkalikarbonate vorhanden sind (etwa von 7 Härtegraden an abwärts) und welche viel freie Kohlensäure (bei gleichzeitiger Anwesenheit von Sauerstoff) enthalten, leicht imstande, aus bleiernen Röhren Blei in erheblicher Menge aufzunehmen. Inwieweit andere im Wasser gleichzeitig vorhandene Salze (abgesehen von den schon genannten Bikarbonaten) hindernd oder begünstigend bei der Bleiaufnahme wirken, bedarf noch genauerer Untersuchung.

Nach dem Gutachten der preußischen wissenschaftlichen Deputation für das Medizinalwesen vom 19. Juni 1912 ist ein Bleigehalt von 0,3 mg im Liter Wasser nicht geeignet, eine chronische Bleivergiftung beim Menschen herbeizuführen, Gärtner hält sogar die Verwendung eines Wassers noch für unbedenklich, welches nach 12stündigem Stehen in den Bleiröhren der Leitung bis zu 1 mg Blei pro Liter aufgenommen hat. Man

wird daher für die Praxis die Grenze etwa bei 0,5 mg Blei im Liter ziehen dürfen. Zur Hervorrufung akuter Bleivergiftungen sind so große Bleimengen nötig, daß sie durch bleihaltiges Trinkwasser kaum erzeugt werden können. Die akute Bleivergiftung spielt aber im täglichen und gewerblichen Leben überhaupt keine Rolle.

Schädigungen durch die Aufnahme anderer Metalle, wie Kupfer und Zink sind im allgemeinen nicht zu befürchten. Nach neueren Untersuchungen ist Zink zudem (in kleinen Mengen) ein regelmäßig vorkommender normaler Bestandteil in den Organen und Geweben des Kulturmenschen. Durch eine Verkettung besonderer Umstände können natürlich gelegentlich auch einmal andere schädliche Stoffe in ein Trinkwasser gelangen.

Der Gehalt eines Wassers an Chloriden, Kalk- und Magnesiaverbindungen, an Eisen- und Manganverbindungen usw. kann so hoch sein, daß der Geschmack des Wassers nachteilig beeinflußt wird. Eisen kann aus dem Wasser mehr oder weniger leicht entfernt werden (s. Wasserversorgung). Der tintige Eisengeschmack ist somit meist unschwer zu beseitigen, dagegen stellt ein mit löslichen Salzen überladenes Trinkwasser einen Mißstand dar, gegen welchen es ein Mittel bisher nicht gibt. Die Grenze, von welcher an ein deutlicher Salzgeschmack im Wasser auftritt, wird von verschiedenen Beobachtern meist verschieden angegeben, sie wechselt auch nach der Art des in Frage kommenden Salzes, nach der Temperatur und nach den sonst im Wasser vorhandenen Begleitstoffen. So schmeckt man in an Kalziumbikarbonat reichen (harten) Wässern Kochsalz erst bei weit größeren Mengen, als z. B. im destilliertem Wasser. Die mittlere Grenze dürfte etwa bei 500 mg Kochsalz im Liter Wasser, entsprechend rund 300 mg Chlor liegen. Es ist daher von Fall zu Fall zu prüfen. Als Erreger salzigen oder bitteren Geschmackes kommen in Betracht: Kochsalz, Chlormagnesium und Magnesiumsulfat.

Die Härte eines Wasser hat mehr wirtschaftliche als gesundheitliche Bedeutung. Man mißt sie nach sog. Härtegraden (1 Härtegrad = 10 mg CaO oder rund 7 mg MgO im Liter). Daß der dauernde Genuß sehr weichen oder sehr harten Wassers schädlich wirkt, dafür fehlen bis jetzt stichhaltige Beweise. Die Härtebildner beeinflussen wohl lediglich den Geschmack des Wassers. Es gibt gerne getrunkene Quellwässer mit einer Härte von über 100°. Jedoch muß meistens erst eine gewisse Gewöhnung der Konsumenten an ungewöhnlich hartes oder weiches Wasser eintreten. Dagegen ist für hauswirtschaftliche und industrielle Zwecke das weiche Wasser dem harten stets vorzuziehen. Es ist für diese Zwecke nicht gleichgültig, welchen Komponenten das Wasser seine Härte verdankt. Mineralsäurehärte, d. h. an Chlorwasserstoffsäure oder Schwefelsäure gebundenes Kalzium oder Magnesium wird meist unangenehmer empfunden als Karbonathärte (Kalzium- bzw. Magnesiumbikarbonat) und Magnesiumhärte lästiger als Kalkhärte. Ersteres liegt daran, daß wohl Karbonathärte, nicht aber Mineralsäurehärte durch Kochen vermindert wird, letzteres hat seinen Grund darin, daß die beim Waschen mit Seife sich bildende unlösliche fettsaure Magnesia unangenehmer ist als das fettsaure Kalzium.

100 mg Kalziumoxyd oder rund 70 mg Magnesiumoxyd im Liter (je 10 Härtegraden entsprechend) machen 1,2 g Seife durch Bildung unlöslicher Kalk- bzw. Magnesiaseifen unwirksam. Das Waschen mit hartem Wasser ist also auch teuer.

Mit hartem Wasser gekochte Leguminosen werden vom Darmkanal schlechter ausgenützt als mit weichem Wasser gekochte. Zur Bereitung von Kaffee- und Teeaufgüssen ist hartes Wasser wenig geeignet. Zu zahlreichen industriellen Zwecken ist hartes Wasser unbrauchbar, im besonderen als Kesselspeisewasser, zur Herstellung gewisser Biere, von Zucker, Papier u. a.

Die übrigen chemischen Bestandteile des Wassers, auf welche häufig geprüft zu werden pflegt (Ammoniak, salpetrige Säure, Salpetersäure, „organische Substanz" usw.) haben keine unmittelbare gesundheitliche Bedeutung. Sie dienen lediglich als Indikatoren für die Herkunft und die sonstige Beschaffenheit des Wassers.

Gesundheitlich von der größten Bedeutung aber kann der Gehalt eines Wassers an lebenden Krankheitserregern sein.

Als solche kommen in Betracht Eier (Taenia solium) und Larven (Ankylostomum duodenale) von Eingeweidewürmern, die Dysenterieamöbe und von pathogenen Bakterien: Typhusbazillen, Choleravibrionen, Dysenteriebazillen. In durch Fäkalien von wurmkranken Personen verunreinigtem Wasser von Tümpeln kann sich bei höheren Temperaturen die Larve von Ankylostomum duodenale aus den Eiern entwickeln. Solches Wasser vermag sowohl vom Magendarmkanal als auch von der Haut aus (Einbohren der Larven) die Ankylostomiasis zu erzeugen.

Typhusbazillen halten sich im Wasser eine Reihe von Tagen, im Schlamm (z. B. Brunnenschlamm) wahrscheinlich mehrere Wochen lebensfähig. Unter günstigen Bedingungen halten sich Choleravibrionen im Wasser wochenlang, Dysenteriebazillen anscheinend nur wenige Tage. Kommen Infektionen des Trinkwassers vor, so handelt es sich meistens um ziemlich grobe Verunreinigungen von Einzelbrunnen oder einer ganzen Wasserleitung (Gelsenkirchener Epidemie 1901). Ob einzelne Typhuskeime schon genügen, um eine Infektion hervorzurufen, ist nicht bekannt.

Epidemien, welche durch Verseuchung einer zentralen Wasserversorgung entstehen, pflegen explosionsartig zu verlaufen. Bei der Choleraepidemie, welche im Sommer 1892 die Stadt Hamburg heimsuchte, ließ sich der schlagende Beweis dafür erbringen, daß das Wasser die Quelle der Infektion war. Wie die Abb. 158 auf S. 400 zeigt, deckt sich die Ausbreitung der Epidemie (von einzelnen verschleppten Fällen abgesehen) mit dem Versorgungsbezirk der Wasserleitung von Hamburg (unfiltriertes, mit Cholera verseuchtes Elbwasser). Das Versorgungsgebiet der Wasserleitung des eng benachbarten Altona (sorgfältig filtriertes Elbwasser) blieb dagegen so gut wie cholerafrei.

Paratyphusepidemien, die man auf Wassergenuß zurückzuführen hat, sind seltener. Die Bazillenruhr scheint nur gelegentlich durch den Genuß infizierten Wassers hervorgerufen zu werden. Daß auch andere leichtere Erkrankungen des Magendarmkanals manchmal auf einer Infektion durch Wasser beruhen, ist nicht unwahrscheinlich.

Bei Epidemien, welche von Molkereien ausgehen, kann das Wasser ebenfalls die Schuld tragen, wenn nämlich infiziertes Wasser zum Spülen der Milchkannen oder zum Wässern der Milch benutzt worden ist.

Wegen der gesetzlichen Bestimmungen zum Schutze des Wassers usw. vgl. das Kapitel Wasserversorgung.

Für die künstlichen Mineralwässer gibt ein Normalentwurf (Bundesratsbeschluß vom 9. Nov. 1911 nebst preußischem Ministerialerlaß vom 26. Aug. 1912) Vorschriften hinsichtlich ihrer Herstellung und des Verkehrs mit ihnen.

Die Ausführungsbestimmungen zu dem Gesetz vom 26. Juli 1918 über die Besteuerung von Mineralwässern vom 8. Aug. 1918 enthalten Begriffsbestimmungen für Mineralwässer und Limonaden.

F. Mißbrauch von Genußmitteln.

Faßt man den Begriff der Genußmittel weit, so kann man mit Sicherheit behaupten, daß sie für den Menschen unentbehrlich sind.

Wir sehen in der Tat, daß bei einer durchaus reizlosen Kost, wie sie gelegentlich in den Strafanstalten gefunden wird, die Ernährung leidet, denn im allgemeinen vermag nur der kindliche Organismus eine gewisse Zeit hindurch sich mit einer solchen Kost abzufinden. Der Umstand aber, daß wir durch die ganze Welt hindurch auch die Genußmittel im engeren Sinn verbreitet sehen, spricht ebenfalls für ihre Unentbehrlichkeit. „Da kein Volk der Erde existiert", sagt v. Bibra in seinem ausgezeichneten Werke: „Die narkotischen Genußmittel" (Nürnberg 1855), „welches nicht eines oder mehrere jener Genußmittel konsumiert, die ich unter dem Namen der narkotischen zusammengefaßt habe, so muß ein tieferer Grund vorliegen, und die Begriffe der Mode oder der Nachahmungssucht können hier nicht angewendet werden."

Im allgemeinen wird sich der Hygieniker auf den Standpunkt stellen dürfen, daß mäßige Mengen von den in Rede stehenden eigentlichen Genußmitteln unbedenklich gebraucht werden können, denn die Erfahrung gibt ihm hierin recht. Schwierig ist nur, wie auf so vielen anderen hygienischen Gebieten, die Aufgabe, zu bestimmen, wo der mäßige Verbrauch aufhört und der unmäßige mit schädlichen Wirkungen verbundene Genuß anfängt. Wissenschaftliche Beobachtungen lassen hier schon aus dem Grunde meist im Stich, weil etwaige Schädigungen sich erst nach Jahr und Tag einzustellen pflegen und derartige chronische Wirkungen experimentell in ihrer langsamen Entwicklung zu verfolgen und festzustellen kaum möglich ist. Man muß sich daher an die empirische Beobachtung halten.

Der Mißbrauch der Genußmittel kann allerdings auch zu akuten Schädigungen führen, doch sind diese hygienisch von sehr viel geringerem Interesse als die Schädigungen durch chronische Einwirkung.

1. Alkoholismus.

Übermäßiger Genuß alkoholischer Getränke führt eine Intoxikation herbei, welche als Rauschzustand bekannt ist. Diese Intoxikation kann unter Umständen sogar letal endigen. Besonders empfindlich sind Kinder, bei welchen man schon nach Aufnahme von verhältnismäßig geringen Alkoholgaben (in konzentrierter Form) Vergiftungen auftreten sehen kann. 200 ccm reiner Alkohol in hoher Konzentration und auf einmal genommen, können auch für den Erwachsenen verhängnisvoll werden. Im Tierversuch waren zu einer tödlichen Vergiftung 8 ccm absoluter Alkohol pro Kilogramm Tiergewicht notwendig.

Die Gefahren vereinzelter akuter Alkoholvergiftungen (Räusche) liegen weniger auf hygienischem als auf anderen Gebieten. Ernstliche bleibende Gesundheitsstörungen sind hiervon kaum zu erwarten. Mittelbar kann der Rauschzustand gelegentlich zur Erwerbung von Geschlechtskrankheiten führen. Bekannt sind ferner die Beziehungen zwischen Kriminalvergehen und akuter Alkoholvergiftung. So sind im Jahre 1910 in Bayern 8674 Verurteilungen wegen Verbrechen und Vergehen gegen Reichsgesetze rechtskräftig geworden, bei denen die strafbare Handlung im Zustande der Trunkenheit erfolgt war. In 50% der Fälle handelte es sich dabei um gefährliche Körperverletzung.

Bei der übermäßigen dauernden Aufnahme von Alkohol, d. h. dem chronischen Alkoholismus, muß man den Gewohnheitstrinker und den Trunksüchtigen voneinander unterscheiden.

Ein Gewohnheitstrinker ist (nach Binswanger) jeder, der seinen Organismus auf die regelmäßige Einführung einer bestimmten Quantität alkoholischer Getränke eingestellt hat, der Trunksüchtige ist dagegen ein alkoholkranker Mensch, der für die Anstaltsbehandlung reif ist. Gewohnheitstrinker ist derjenige, welcher nicht mehr imstande ist, ohne daß er das Gefühl der Entbehrung und einer Änderung in seiner körperlichen und geistigen Leistungsfähigkeit empfindet, völlig alkoholfreie Tage einzuschalten. Dieser Zustand wird erreicht, wenn an die ursprünglich mäßigen Alkoholdosen Gewöhnung eingetreten ist und die Mengen übermäßig vermehrt worden sind. Früher nahm man als mäßig Mengen von 30—40 ccm absoluten Alkohols täglich an, insoweit dieselben in schwach konzentrierten alkoholischen Getränken aufgenommen wurden. Bei der individuell sehr verschiedenen Empfindlichkeit dem Alkohol gegenüber wird man aber solchen Annahmen nur beschränkten Wert zumessen können.

Der Schaden, den übermäßiger, dauernd fortgesetzter Alkoholgenuß anrichtet, ist mannigfaltig.

Der fortwährende Wechsel im Spannungszustand der Gefäße führt zu vorzeitigen arteriosklerotischen Zuständen, die Quantität und Qualität der geleisteten geistigen Arbeit geht herunter. Leichte geistige Ermüdbarkeit, erhöhte Reizbarkeit, andererseits eine gewisse Gleichgültigkeit auf ethischem Gebiet treten beim Alkoholiker allmählich hervor. Bekannt sind die engen Beziehungen zwischen Geisteskrankheit und Alkoholismus. Der Körper des Alkoholikers ist im allgemeinen weniger widerstandsfähig gegen Infektionskrankheiten. Dies tritt besonders bei der Pneumonie und der Tuberkulose zutage.

Als durch Alkoholmißbrauch vielfach bedingte organische Veränderungen sieht man außer der Arteriosklerose an: die Leberzirrhose und Leberverfettung, die chronische Nephritis, die Pachymeningitis haemorrhagica, die alkoholische Neuritis, chronische Katarrhe des Rachens, der Bronchien, des Magens u. a. m.

Zweifellos spielt bei der Erwerbung dieser pathologischen Zustände eine große Rolle die Konzentration, in welcher der Alkohol genossen wird. Die zellschädigende Wirkung höherer Konzentrationen erhellt bereits sehr deutlich aus der Tatsache, daß die Hefezellen, die eigentlichen Alkoholproduzenten, bereits bei Alkoholkonzentrationen gegen 15% hin ihre Tätigkeit einstellen Andererseits spricht das bekannte „Münchener Bierherz" dafür, daß auch die Aufnahme großer Mengen von Getränken, welche Alkohol nur in geringer Konzentration enthalten, zu organischen Veränderungen führen können. Daß hierbei nicht nur die Flüssigkeitsmenge eine Rolle spielt, sondern der Alkohol, geht aber daraus hervor, daß gewohnheitsmäßig aufgenommene große Mengen alkoholfreier Flüssigkeiten zu diesen Erscheinungen nicht führen.

Vielleicht das traurigste Kapitel des Alkoholismus ist der Einfluß desselben auf die Nachkommenschaft.

Abgesehen davon, daß vieles dafür spricht, daß sich der Hang zu alkoholischen Getränken vererben kann (erbliche Belastung), sind Kinder von Trinkern häufig idiotisch oder werden geisteskrank. Eine häufige Folge des Alkoholismus der Eltern ist die Epilepsie der Kinder. Am gefährdetsten scheint die geistige Gesundheit derjenigen Kinder zu sein, welche im Rausche gezeugt sind. Ganz allgemein kann man sagen, daß der Alkoholismus der Eltern zur Entartung der Nachkommenschaft bald in dieser, bald in jener Form führt. Bis zu einem gewissen Grade hilft sich die Natur selbst, indem sie den trunksüchtigen Mann frühzeitig die Potentia coeundi verlieren und gleichzeitig eine Atrophie der Hoden eintreten läßt, wie denn überhaupt die Tendenz der Natur zum allmählichen Ab- und Aussterben alkoholisch belasteter Familien führt.

Der sozialhygienische und volkswirtschaftliche Schaden des Alkoholismus zeigt sich auch in anderer Richtung, vor allem in den hohen Summen, welche zur Befriedigung des Alkoholbedürfnisses ausgegeben werden und welche infolge dessen für andere, bessere Zwecke verloren gehen.

Nach einer Zusammenstellung im Reichs-Arbeitsblatt 1910 verhielt sich der Verbrauch an Branntwein (umgerechnet in 100 %igen Alkohol) in verschiedenen Ländern innerhalb etwa des letzten Jahrzehnts folgendermaßen:

Verbrauch von Branntweinalkohol in Litern auf den Kopf und das Jahr. (Abgerundete Zahlen.)

	1900	1907	1909
Deutschland	4,4	4,0	4,2
Frankreich	4,7	3,3	—
Vereinigte Staaten	2,4	3,1	—
Norwegen	1,7	1,5	—
Großbritannien	2,9	2,3	—
Italien	0,6	0,7	—

Eine Zusammenstellung des Bierverbrauchs ergibt folgendes Bild:

Verbrauch von Bier auf den Kopf und das Jahr in Litern. (Abgerundete Zahlen.)

	1900	1906	1908
Deutschland	125	118	111
Frankreich	27	37	—
Vereinigte Staaten	61	77	79
Norwegen	23	14	—
Großbritannien	143	126	—
Italien	0,7	1,2	—

In Frankreich und Italien wird der Biergenuß durch den Weingenuß ersetzt. So betrug der Weinverbrauch auf den Kopf und das Jahr in Litern:

	1900	1905	1908
in Frankreich	180	152	166
in Italien	104	86	—

Man sieht also, daß der Alkoholkonsum überall sehr beträchtlich ist.

Für Deutschland ist nun früher folgende Berechnung aufgestellt worden. Nimmt man den Branntweinalkoholverbrauch im Durchschnitt des Jahrfünfts von 1904 bis 1908 pro Kopf und Jahr auf 3,86 l und den Bierverbrauch auf 116,66 l, ferner den Preis von 1 l 100%igen Branntweinalkohols auf 1 M., von 1 l Bier auf 0,30 M. an, so ergibt sich eine jährliche Ausgabe auf den Kopf der Bevölkerung

für Branntwein von 3,86 M.
für Bier von 35,00 M.
zusammen 38,86 M.

Bei einer Gesamtbevölkerung von 64 Millionen würde das einen jährlichen Aufwand von 2487 Millionen Mark allein für Bier und Branntwein darstellen. Setzt man den Verbrauch an Wein auf Grund früherer Schätzungen mit 5,82 l auf den Kopf ein und nimmt man als Preis für 1 l Wein 1 M. an, so erhöht sich der genannte Betrag um 372,5 Millionen. Die gesamte jährliche Ausgabe für alkoholische Getränke würde demnach annähernd auf nahezu drei Milliarden Mark zu veranschlagen sein, also immer noch mehr als doppelt soviel, wie vor dem Kriege sämtliche Ausgaben für Heer und Marine, mehr als viermal soviel, wie die Aufwendungen für die gesamte Arbeiterversicherung und etwa fünfmal soviel, als die Ausgaben für die öffentlichen Volksschulen betragen. Bei den jetzigen Preisen für alkoholische Getränke würden natürlich viel gewaltigere Zahlen herauskommen trotz Rückgang des Konsums.

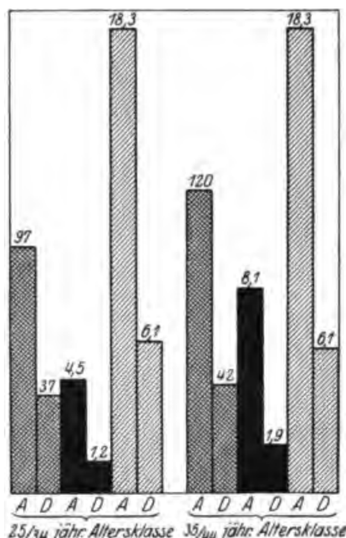


Abb. 118.

Auf 100 beobachtete Personen entfallen:

Krankheitsfälle überhaupt.
Nervenkrankheiten.
Krankheiten der Verdauungsorgane.

D = Im allgemeinen Durchschnitt.
A = Bei Alkoholikern.

(Nach den statistischen Erhebungen der Ortskrankenkasse für Leipzig und Umgebung 1910.)

Ungünstig wirkt der chronische Alkoholgenuß (auch in Form des Flaschenbieres!) auf den Gesundheitszustand der Arbeiter, erkennbar aus der viel größeren Anzahl der Krankheitstage bei Alkoholikern als bei Nichtalkoholikern (Abb. 118). Das gleiche gilt für die Unfälle, deren Zahl in einem industriellen Betriebe nach Beschränkung des Alkoholgenusses sehr erheblich herabzugehen pflegt.

Daß der Alkohol in sehr vielen Fällen die Ehen zerrüttet, daß dadurch auch die Kinder aus solchen Ehen moralisch und physisch geschädigt werden und daß er die Ausbreitung der Prostitution begünstigt, braucht nur erwähnt zu werden, da diese Einflüsse ja allbekannt

sind. Alkohol tritt auch in geringen Mengen in die Milch der Säugenden über.

Die Familie und die Nachkommenschaft des Trinkers werden also wirtschaftlich und sittlich und damit auch meist gesundheitlich schwer geschädigt. Vom rassenhygienischen Standpunkt aus ist die Fruchtbarkeit von Trinkerehen im übrigen unerwünscht.

Aufgabe der Gesundheitspflege ist es in erster Linie, den Alkoholismus nicht aufkommen zu lassen. Dies kann erreicht werden durch eine richtig geleitete Jugenderziehung, bei welcher für reichliche körperliche Betätigung (Sport), richtige Ernährung (viel Obst, wenig Fleisch) und (bereits in den Schulen) für Belehrung über die schädlichen Wirkungen des Alkohols gesorgt wird. Alkoholgenuß ist mit wirklichem Sport so wenig vereinbar wie mit angestrengter geistiger Arbeit. Will man das eine, so muß das andere von selbst unterbleiben.

Wichtig ist ferner: die Bekämpfung der Trinksitten unter der akademischen Jugend und in der Gesellschaft. Sehr erzieherisch wirkt das Beispiel der Abstinenz, jedenfalls weit überzeugender als alle schriftlichen, bildlichen und mündlichen Belehrungen.

Der bestehende Alkoholismus bietet der Hygiene nur insofern eine Aufgabe, als der Schutz der Deszendenz in Frage kommt. Die Behandlung des Alkoholikers selbst ist eine Aufgabe für die praktische Heilkunde, auch hat die Fürsorge hier ein gutes Feld für ihre Betätigung.

Die Bekämpfung des Alkoholismus liegt in Deutschland nur zum kleineren Teil in der Hand des Staates, also der öffentlichen Gesundheitspflege, sie ist mehr dem einzelnen und den Vereinen überlassen.

Die Möglichkeit, den Alkoholausschank von Staats wegen einzuschränken, besteht nur in geringem Grade durch den § 33 der Reichsgewerbeordnung, nach welchem der Bedürfnisnachweis für neu zu errichtende Schenkstätten geliefert werden muß. Auswüchse des Schankwesens, wie die Animierkneipen usw. können außerdem auf diesem Wege bekämpft werden. Wichtig wäre das Verbot des Branntweinausschankes zu gewissen Tageszeiten und an Jugendliche. Ferner hat man für bestimmte Beamtenklassen (z. B. Eisenbahnbeamte) und das Militär auf dem Wege von Verordnungen ein Verbot des Alkoholgenusses bis zu einem gewissen Grade durchführen können.

Das Strafgesetz (§ 51) sieht leider Trunkenheit, auch die selbstverschuldete, als Milderungsgrund bei der Begehung von Delikten an (nicht so das Militärstrafgesetzbuch). Im Entwurfe für das neue Strafgesetzbuch sind hier entsprechende Änderungen vorgesehen.

Der § 827 des Bürgerlichen Gesetzbuches macht den Trunkenen (aus Selbstverschulden), der widerrechtlich Schaden anrichtet, nur verantwortlich im Sinne der Fahrlässigkeit. Dagegen ist Trunksucht nach dem Bürgerlichen Gesetzbuch (§ 6) Grund zur Entmündigung. Doch kann dieselbe leider nicht von Staats wegen, sondern nur auf Antrag der Angehörigen erfolgen.

Die auf alkoholische Getränke (Branntwein, Bier) gelegten Steuern sind imstande, eine nicht unwesentliche Herabminderung des Alkoholkonsums herbeizuführen.

Das Verbot des Verkaufs alkoholischer Getränke (Prohibitivsystem) besteht in einigen Staaten von Nordamerika, neuerdings sogar für die ganze Union, wird aber vielfach durch Umgehung gegenstandslos gemacht.

Manche Staaten, wie die Schweiz, Rußland, neuerdings auch Deutschland (Gesetz vom 26. Juli 1918) haben die privaten Alkoholbetriebe ausgeschaltet und das Branntweinmonopol eingeführt. Günstige Wirkungen hinsichtlich der Einschränkung des Alkoholmißbrauches sind auch hier — wenn überhaupt — nur in bescheidenem Umfang zu erwarten.

In Schweden und Norwegen ist mit gewissen Erfolgen das sog. „Gotenburger System" (so genannt, weil in der schwedischen Stadt Gotenburg zuerst 1864 eingerichtet) zur Anwendung gelangt. Bei diesem wird der Branntweinausschank nur an gemeinnützige Gesellschaften vergeben, die Getränke werden ohne Gewinn verkauft, niemals gegen Kredit. Die aus dem mit dem Ausschank verbundenen Gastwirtschaftsbetriebe erzielten Überschüsse kommen der Gemeinde zugute, im besonderen auch den Mäßigkeitsgesellschaften. In Norwegen besteht auch ein Gesetz, betr. pflichtmäßige Enthaltsamkeit vom Alkoholgenuß in gewissen Stellungen (Militärpersonen, Eisenbahnbeamte, Wagenführer usw.).

Der Weltkrieg hat in Deutschland zweifellos eindämmend auf den Alkoholkonsum gewirkt. Die hohen Preise und Abgaben, ferner der Mangel an wohlschmeckenden Bieren zwingen zur Einschränkung. Zeitweise hat man auch versucht, durch Gasthausreformen Abhilfe zu schaffen, doch besteht noch fast überall ein Trinkzwang dadurch, daß Speisen ohne Wein oder Bier einen Preiszuschlag erfahren, oder alkoholfreie Getränke (z. B. Mineralwässer) nur zu hohen Preisen verkauft werden. Die Gastwirte ziehen eben ihren Gewinn ganz vorwiegend aus dem Konsum der alkoholischen Getränke.

Auch geeignete Alkoholersatzmittel sind nur spärlich vorhanden. Den meisten fehlt es an einem auf die Dauer ansprechendem Geschmack. Daher ist es von großer Bedeutung, daß ein Gemeinwesen nicht nur mit gesundem, sondern auch mit schmackhaftem Trinkwasser versorgt wird. Für die Arbeiterschaft ist die Einrichtung eines Kaffee- und Teeausschanks statt der Kantinen von Belang.

Die bisher in Deutschland erzielten Fortschritte sind hauptsächlich den freien Entschließungen zur Abstinenz oder Temperenz und den Bestrebungen des Deutschen Vereins gegen den Mißbrauch geistiger Getränke zu danken.

Die Abstinenzler erleichtern sich durch Zusammenschluß zu Verbänden die Durchführung ihrer Vorsätze.

Abstinenzbestrebungen werden in Deutschland hauptsächlich vertreten durch die Guttempler-Orden, die Vereine vom blauen Kreuz und auch durch die Heilsarmee. Zusammengefaßt werden die deutschen Enthaltsamkeitsvereine in dem Allgemeinen Deutschen Zentralverbande zur Bekämpfung des Alkoholismus. Ende 1912 waren in Deutschland 178 Trinkerfürsorgestellen eingerichtet. Die Erschwerung der Alkoholbeschaffung während des Krieges hat sich in dem Krankenbestand der Irrenanstalten bereits in günstigem Sinne bemerkbar gemacht.

Was die öffentlichen Belehrungen über die Gefahren des Alkoholgenusses anlangt, so seien genannt die Gruber - Kraepelinschen Wandtafeln zur Alkoholfrage (Mäßigkeitsverlag Berlin) und das im Reichsgesundheitsamt bearbeitete Alkoholmerkblatt.

2. Mißbrauch koffeinhaltiger Genußmittel.

Der Mißbrauch koffeinhaltiger Genußmittel ist weit weniger zu fürchten als der des Alkohols, doch wäre es falsch, diese Mittel für gänzlich harmlos zu erklären. Schaltet man die Fälle aus, in denen z. B. der Kaffee eine spezielle, oft wohl durch Idiosynkrasie bedingte Wirkung auf das Herz oder den Verdauungskanal des Konsumenten ausübt, so bleiben doch noch genügend Fälle übrig, in welchen man Personen mit schwachem, irritablem Nervensystem von dem Genuß des Kaffees abraten soll, bisweilen auch des Tees. Am harmlosesten ist der Kakaogenuß. Besonders am frühen Morgen, wo infolge der Nachtruhe der Körper zur Arbeit besonders befähigt sein sollte, erscheint es unrichtig, das Nervensystem gleichsam sofort mit einem Peitschenhieb durch die Zuführung koffeinhaltiger Mittel wieder anzufeuern. Das am Morgen natürliche Bedürfnis nach Aufmunterung kann durch verschiedene nicht koffeinhaltige Getränke ebensogut oder besser erreicht werden.

Dagegen sind koffeinhaltige Genußmittel dann am Platze, wenn, trotz eingetretener geistiger oder körperlicher Ermüdung, fortgearbeitet werden muß. Dann sind auch hygienische Bedenken nicht zu erheben, es sei denn, daß die Ausnahme zur regelmäßigen Gewohnheit gemacht wird. Im übrigen sollte man auch beim Kaffeegenuß zu starke Konzentrationen meiden. Der über den ganzen Tag hindurch fortgesetzte Genuß dünnen Kaffeeaufgusses, wie er bei den Heimarbeitern häufig beobachtet wird (meist werden allerdings Kaffeesurrogate verwendet), unterdrückt das natürliche Bedürfnis nach Nahrungsaufnahme und kann hierdurch nachteilig werden. Kindern ist echter Kaffee besser nicht zu reichen.

3. Tabakmißbrauch.

Mit dem chronischen übermäßigen Tabakgenuß sind schon größere Gefahren verbunden. Es tritt rasch Gewöhnung an die anfangs giftig wirkenden Stoffe ein und der Tabakverbrauch kann sich ins fast ungemessene steigern. Raucher, welche am Tage 60 und mehr Zigaretten oder ein Dutzend Zigarren rauchen, sind bekanntlich keine Seltenheit. Bei der Unsicherheit unserer Kenntnisse über das Wesen der Tabakwirkung (s. o.) ist es schwierig, den richtigen Standpunkt der Rauchfrage gegenüber zu finden.

Zweifellos werden schwere, auf Tabakmißbrauch beruhende Erkrankungen (im besonderen des Herzens) beobachtet; auch die Tabaksamaurose ist nicht selten, aber es scheint, daß durch eine zweckmäßige Auswahl des Rauchmaterials (im besonderen leicht und gut brennende trockene Zigarren) diese Gefahren ziemlich verringert werden können. Nach K. B. Lehmann beginnt übrigens erst nach Aufnahme von etwa 15 mg Nikotin binnen einer halben Stunde eine schädigende Wirkung, doch spielen, wie oben auseinandergesetzt wurde, doch vielleicht noch gewisse Verbrennungsprodukte als schädliche Stoffe eine Rolle. Ob dabei eine Summationswirkung stattfindet (beim Alkohol und dem Koffein werden eigentliche Summationswirkungen nicht beobachtet), ist fraglich.

Die Erfahrung lehrt uns, daß viele Leute bis in das höchste Alter hinein einem bisweilen nicht einmal sehr mäßigen Tabakgenuß huldigen, ohne an körperlicher und geistiger Frische auffallend zu verlieren. So wird man also auch hier nur die wirklichen Exzesse vom hygienischen Standpunkt aus verurteilen können. Gegen den Tabakgenuß ist der im Wachstum befindliche Organismus besonders empfindlich. Daher ist in einigen Deutschen Staaten Jugendlichen das Rauchen untersagt. Dem Tabakkonsum wird im übrigen durch die hohe Versteuerung des Tabaks (Tabaksteuergesetz vom 12. Sept. 1919) nicht unerheblich Abbruch getan.

G. Volksküchen und Massenspeisung.

Für diejenigen, denen es unmöglich ist, Verköstigung in der Familie zu erlangen und die andererseits wirtschaftlich nicht kräftig genug sind, um ihre Mahlzeiten in den Gasthäusern einnehmen zu können, müssen die Volksküchen, sorgen. Als Beispiel einer seit lange bestehenden derartigen Einrichtung mögen die im Jahre 1866 gegründeten Berliner Volksküchen genannt werden. Diese Anstalten können, wie Kißkalt nachgewiesen hat, trotz billiger Preise in normalen Zeiten Ausreichendes

bieten. Da die mangelhafte Ernährung der Volksschulkinder häufig zu beobachten ist, kann es vom gesundheitlichen Standpunkt aus nur warm begrüßt werden, wenn auch durch die Einführung besonderer Schulspeisungen, wie sie vielerorts ins Leben gerufen worden sind, den ärgsten Übelständen abgeholfen wird. Die Kosten haben im letzten Fall meistens die Gemeinden zu tragen, soweit nicht wohltätige Vereine dabei helfend einspringen.

Der Krieg hat in vielen Städten des Deutschen Reiches zur Einführung der Massenspeisungen geführt, z. B. hat die Stadt Hamburg gleich im Beginn des Krieges diese Art der Verköstigung in großzügiger Weise organisiert. Der mit den Speisungen zu erreichende Zweck sollte sein: die Belieferung eines Teiles der Bevölkerung mit ausreichender Nahrung, die wirtschaftlichere Zubereitung der Nahrungsmittel und die damit verbundene Streckung der Nahrungsmittelvorräte. Über die zweckmäßigste Art der Durchführung — Zentralküche mit einzelnen festen und beweglichen Abgabestellen, oder Dezentralisierung der Küchen — sind die Ansichten geteilt gewesen. Je nach den Verhältnissen der Stadt, in welcher die Massenspeisung zur Anwendung kommt, wird das System zu wählen sein. Daß eine wesentliche Ersparnis an Nahrungsmitteln durch die Massenspeisung erzielt wird, begegnet von manchen Seiten erheblichem Zweifel. Den Vorteil der Massenspeisung sieht man vielmehr dort nur in der Herstellung einer einmal am Tag gewährten, nahrhaften, preiswürdigen Hauptmahlzeit für den großen Teil derjenigen Bevölkerung, namentlich der Großstädte, die wegen sonstiger gesteigerter Beanspruchung durch ihren Beruf — hier ist namentlich an die Frauenarbeit in der Industrie während des Krieges zu denken — nicht imstande sind, im eigenen Haushalt die Mahlzeiten zu bereiten. Daneben kommen als Teilnehmer natürlich auch alle diejenigen Klassen in Betracht, die schon in Friedenszeiten die Volksküchen zu besuchen pflegten.

Außerdem muß überall da, wo die hohen Lebensmittelpreise beim Einzelverkauf eine ausreichende Versorgung der weniger zahlkräftigen Bevölkerung in Frage stellen, durch die Gründung von Konsumvereinen oder durch den Bezug und Vertrieb der Nahrungsmittel durch die Gemeinden selbst, Abhilfe geschaffen werden.

H. Zahnpflege.

Die Wichtigkeit einer vorbeugenden Zahnpflege nicht nur für das Wohlbefinden überhaupt, sondern ganz besonders für die Ernährung ist im Laufe der Zeit allen Gebildeten zum Bewußtsein gekommen. Daß diese Zahnpflege aber schon im Kindesalter einsetzen muß, darauf müssen die Ärzte auch heute noch immer von neuem hinweisen.

Die Anordnung der Zähne im Gebiß des Kindes und des Erwachsenen erhellt aus Abb. 119.

Schon die Art der Ernährung des Säuglings ist für die spätere Zahnbildung ausschlaggebend insofern, als die natürliche Ernährung an der Brust die Zahnanlage günstig, die künstliche Ernährung aber oft ungünstig beeinflußt. Rachitis und mangelhafte Zähne entstehen auf der gleichen Grundlage.

In der zweiten Hälfte des ersten Lebensjahres erfolgt der erste Zahndurchbruch. Am Schlusse des ersten Lebensjahres besitzt das normale Kind seine 8 Schneidezähne. Die folgenden Zähne brechen gruppenweise durch. Mit Beginn des dritten Lebensjahres soll das Milchzahngebiß vollständig sein (zusammen 20 Zähne).

Die regelmäßige Mundpflege bei Säuglingen und Kleinkindern ist von erheblicher Wichtigkeit. Mangel derselben führt leicht zu Pilzwucherungen (Soor) in der Mundhöhle und zu Verdauungsstörungen. Die Zähne sollen im übrigen kräftig geübt werden. Kranke Zähne sind schon im Kindesalter zahnärztlich konservierend zu behandeln.

Der Zahnwechsel beginnt mit dem 6. Lebensjahr. Zu den 20 ausgewechselten Zähnen kommen im Laufe der Jahre noch 12 neue Zähne hinzu, von diesen die dritten Mahlzähne allerdings erst gewöhnlich nach dem 20. Jahre (sog. Weisheitszähne). Das neue Gebiß ist im übrigen normalerweise mit Beginn des 15. Lebensjahres vollständig.

Die Tatsache, daß ein ungemein hoher Prozentsatz der Schulkinder zahnkrank befunden worden ist, hat dahin geführt, der Zahnpflege im schulpflichtigen Alter besondere Aufmerksamkeit zu widmen und Schulzahnkliniken einzurichten.

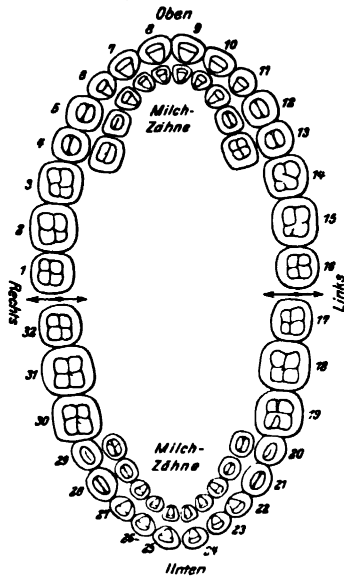


Abb. 119. Milchzahngebiß und bleibendes Gebiß.

Um der Zahnfäule (Caries) vorzubeugen, müssen Speisereste aus dem Gebiß tunlichst nach jeder Mahlzeit durch Spülung (schwache Kochsalzlösungen, aromatische Wässer, schwache Wasserstoffsuperoxydlösungen) oder andere mechanische Eingriffe (Zahnstocher, Zahnbürste) zweckmäßig unter Zuhilfenahme von Schlemmkreide entfernt werden. Besonders wichtig ist diese Maßnahme vor Beginn der Nachtruhe. Das Reinigen der Zähne nach der letzten Tagesmahlzeit ist bedeutend wichtiger als das übliche Zähneputzen am Morgen nach dem Aufstehen. Eine Keimfreimachung der Mundhöhle durch desinfizierende Mundwässer ist unmöglich.

Arbeiter in gewissen gewerblichen, mit Staubentwicklung verbundenen Betrieben (Bergleute, Hüttenarbeiter, Schleifer, Müller, Bäcker) oder Personen, welche der Einwirkung von Blei, Phosphor und Quecksilber ausgesetzt sind (vgl. das Kapitel über gewerbliche Erkrankungen) müssen der Zahnpflege besondere Aufmerksamkeit widmen.

Sorgfältige Zerkleinerung der Nahrungsmittel durch die Zähne ist geboten, um den Verdauungssäften den Angriff auf die Nahrungsmittel zu erleichtern und die Ausnutzung der Speisen im Darmkanal zu erhöhen.

Schlecht zerkleinerte Nahrung führt auch gelegentlich zu entzündlichen Reizungen des Magendarmkanals. Das von dem Amerikaner Fletcher vertretene Gebot möglichst eingehenden Zerkauens der Nahrungsmittel („Fletschern“) ist daher zwar wohl berechtigt, wird in seiner Bedeutung aber erheblich überschätzt.

V. Die allgemeinen Gesetze gegen die Nahrungsmittelverfälschung usw.

Ein großer Teil der Nahrungsmittel ist aus naheliegenden Gründen der Verfälschung seitens der Erzeuger und Verkäufer ausgesetzt. Hierdurch kann nicht nur eine wirtschaftliche, sondern auch eine gesundheitliche Schädigung der Verbraucher entstehen.

Zur Hintanhaltung solcher Schädigungen ist unter dem 14. Mai 1879 das Reichsgesetz, betreffend den Verkehr mit Nahrungsmitteln, Genußmitteln und Gebrauchsgegenständen erlassen worden. Unter seinen 17 Paragraphen sind folgende am wichtigsten.

Durch den § 2 erhalten die Polizeibeamten die Befugnis, während der üblichen Geschäftsstunden die Verkaufsräume für Nahrungsmittel zu betreten und Proben zum Zwecke der Untersuchung zu entnehmen.

Die §§ 5 und 6 behalten den Erlaß Kaiserlicher Verordnungen vor, betreffend Vorschriften über Herstellung, Aufbewahrung und Verpackung, Beschaffenheit und Bezeichnung von Nahrungs- und Genußmitteln, über das Feilhalten kranker Tiere zu Schlachtzwecken, über die Verwendung bestimmter Stoffe und Farben zur Herstellung von Eß-, Trink- und Kochgeschirren uws., sowie über das Verbot der gewerbsmäßigen Herstellung, des Verkaufs und des Feilhaltens von Gegenständen, welche zur Fälschung von Nahrungs- oder Genußmitteln bestimmt sind.

§ 10 bedroht das Nachmachen oder die Verfälschung von Nahrungs- oder Genußmitteln zu Täuschungszwecken oder das wissentliche Feilhalten verdorbener, nachgemachter oder verfälschter Nahrungs- oder Genußmittel mit Strafe (mit Gefängnis bis zu 6 Monaten und mit Geldstrafe bis zu 1500 Mark). Wörtlich mögen die §§ 12 und 13 ihrer Wichtigkeit halber wiedergegeben sein:

§ 12. Mit Gefängnis, neben welchem auf Verlust der bürgerlichen Ehrenrechte erkannt werden kann, wird bestraft:

1. wer vorsätzlich Gegenstände, welche bestimmt sind, anderen als Nahrungs- oder Genußmittel zu dienen, derart herstellt, daß der Genuß derselben die menschliche Gesundheit zu beschädigen geeignet ist, ingleichen wer wissentlich Gegenstände, deren Genuß die menschliche Gesundheit zu beschädigen geeignet ist, als Nahrungs- oder Genußmittel verkauft, feilhält oder sonst in Verkehr bringt;

2. wer vorsätzlich Bekleidungsgegenstände, Spielwaren, Tapeten, Eß-, Trink- oder Kochgeschirr oder Petroleum derart herstellt, daß der bestimmungsgemäße oder vorauszusehende Gebrauch dieser Gegenstände die menschliche Gesundheit zu beschädigen geeignet ist, ingleichen wer wissentlich solche Gegenstände verkauft, feilhält oder sonst in Verkehr bringt. Der Versuch ist strafbar. Ist durch die Handlung eine schwere Körperverletzung oder der Tod eines Menschen verursacht worden, so tritt Zuchthausstrafe bis zu 5 Jahren ein.

§ 13. War in den Fällen des § 12 der Genuß oder Gebrauch des Gegenstandes die menschliche Gesundheit zu zerstören geeignet und war diese Eigenschaft dem Täter bekannt, so tritt Zuchthausstrafe bis zu 10 Jahren, und wenn durch die Handlung der Tod eines Menschen verursacht worden ist, Zuchthausstrafe nicht unter 10 Jahren oder lebenslängliche Zuchthausstrafe ein. Neben der Strafe kann auf Zulässigkeit von Polizeiaufsicht erkannt werden.

Welche Gegenstände als „Nahrungs- und Genußmittel“, als „nachgemacht“, „verfälscht“, „verdorben“ oder „die menschliche Gesundheit zu beschädigen geeignet“ anzusehen sind, entscheidet nach Anhörung von Sachverständigen der Richter.

Als Anhaltspunkte können folgende, zumeist vom Reichsgericht getroffene Entscheidungen dienen:

Nahrungsmittel sind Gegenstände, welche der Mensch zum Zwecke seiner Ernährung zu genießen pflegt, gleichviel ob sie einer Zubereitung bedürfen oder nicht.

Genußmittel sind Dinge, welche der Mensch dem Körper zuzuführen und hierdurch zu verbrauchen pflegt, ohne daß sie Nahrungszwecken dienen, also z. B. Reizmittel, wie Tabak.

„Nachmachen" bedeutet, einen Gegenstand derartig herstellen, daß er ein bestimmtes Nahrungs- oder Genußmittel zu sein scheint, obgleich er es in Wirklichkeit nicht ist.

Unter „Verfälschung" ist eine Änderung des vorhandenen Nahrungs- oder Genußmittels zu verstehen. Dieselbe muß auf Täuschung berechnet sein und entweder dem Nahrungsmittel den Anschein einer bessern Beschaffenheit verleihen oder seine normale Beschaffenheit verschlechtern. Bei Nahrungsmitteln, bei welchen auf Frische Gewicht gelegt wird, wie Milch, kann die Anwendung von Konservierungsmitteln Fälschung sein. Unter diesen Gesichtspunkt fällt insbesondere der Zusatz von Präservesalz zum Hackfleisch.

„Verdorben" ist ein Nahrungsmittel oder Genußmittel, wenn seine normale Verwendbarkeit als solche erheblich verringert ist. In der Regel tritt dies durch natürliche Zersetzung ein. Völlige Ungenießbarkeit oder Gesundheitsschädlichkeit ist nicht Voraussetzung des Verdorbenseins.

Die „Gesundheitsgefährlichkeit" des Nahrungs- oder Genußmittels muß diesem zur Zeit der Tat anhaften und darf nicht erst nachträglich durch falsche Behandlung entstehen. Sie darf nicht durch übermäßigen Genuß bedingt sein. Die Beschädigung der menschlichen Gesundheit kann nicht in jedem vorübergehenden Schmerz, Übelbefinden oder Mißbehagen gefunden werden, wohl aber in jeder, wenn auch vorübergehenden Krankheit.

„Gesundheitsschädlich" im Sinne des § 12 des Gesetzes ist ein Nahrungsmittel auch dann, wenn im Laufe der Zeit durch einen mehrfach hintereinander erfolgenden Genuß die Gefahr einer Gesundheitsschädigung eintritt.

Außer dem Nahrungsmittelgesetz sind für die Überwachung des Nahrungsmittelverkehrs noch von gewisser, wenn auch nicht erheblicher Bedeutung die §§ 263 und 367 des Strafgesetzbuches. Ersterer bedroht allgemein den Betrug, d. h. denjenigen mit Strafe, „der verfälschte oder verdorbene Getränke oder Eßwaren, insbesondere trichinenhaltiges Fleisch feilhält oder verkauft". Das Wort „verdorben" hat hier unter Umständen eine andere Bedeutung als im Nahrungsmittelgesetz. Noch weniger bedeutsam für die Nahrungsmittelüberwachung sind die §§ 229, 230, 232, 324 und 326.

Dagegen haben die beiden folgenden Reichsgesetze allgemeine Beziehungen zum Nahrungsmittelhandel, nämlich erstens das Gesetz, betreffend den Verkehr mit blei- und zinkhaltigen Gegenständen vom 25. Juni 1887 und zweitens das Gesetz, betreffend die Verwendung gesundheitsschädlicher Farben bei der Herstellung von Nahrungsmitteln, Genußmitteln und Gebrauchsgegenständen vom 5. Juli 1887.

Die wichtigsten Bestimmungen des „Bleigesetzes" sind folgende:

Eß-, Trink- und Kochgeschirr, sowie Flüssigkeitsmaße dürfen nicht ganz oder teilweise aus Blei oder einer in 100 Gewichtsteilen mehr als 10 Gewichtsteile Blei enthaltenden Metallegierung hergestellt sein. Die Verzinnung der Konservenbüchsen an der Innenseite darf nicht mehr als 1 Gewichtsprozent Blei enthalten, das Lot nicht mehr als 10%. Emaillierte oder mit Glasur versehene Geschirre dürfen bei halbstündigem Kochen mit einer 4%igen Essigsäure an dieselbe kein Blei abgeben[1]). Die gleichen Vorschriften finden sinngemäße Anwendung auf Gefäße zur Herstellung von Getränken und Fruchtsäften und auf Konservenbüchsen (Innenseite).

[1]) Diese Forderung ist praktisch schwer zu erfüllen, aber anscheinend auch zu streng, da nach einem Gutachten der Preuß. wissenschaftlichen Deputation für das Medizinalwesen vom 19. Juni 1912 es ausgeschlossen ist, daß glasierte Tongeschirre, die beim Kochen mit Essigsäure nur bis zu 2 mg Blei pro Liter abgeben, Gesundheitsschädigungen veranlassen können.

Druckvorrichtungen zum Ausschank von Bier, Siphons für kohlensäurehaltige Getränke und Metallteile von Kindersaugflaschen dürfen höchstens 1 Gewichtsprozent Blei enthalten.

Der Kautschuk der Mundstücke für Saugflaschen, Saugringe und Warzenhütchen sowie der zur Herstellung von Trinkbechern und Spielwaren (mit Ausnahme der massiven Bälle) benutzte Kautschuk muß bleifrei sein. Die gleiche Forderung ist an Schlauchleitungen für Wein, Bier und Essig zu stellen. Getränke dürfen nicht in Gefäßen aufbewahrt werden, in welchen sich Rückstände von bleihaltigem Schrote befinden. Zur Packung von Schnupf- und Kautabak sowie Käse dürfen nur Metallfolien mit höchstens 1 Gewichtsprozent Blei verwendet werden. Mühlsteine müssen an den Mahlflächen frei von Blei oder bleihaltigen Stoffen sein.

Ein Zinkgehalt ist nur bei den Kautschukmundstücken für Saugflaschen, Saugringe und Warzenhütchen verboten.

Wegen der Giftigkeit des Bleis vergleiche auch den Abschnitt Wasserversorgung und Gewerbehygiene. Die Ansichten der Autoren, welche Mengen von Blei dauernd zugeführt werden müssen, um eine chronische Bleivergiftung zu erzielen, sind nicht einheitlich. Nach Ansicht der einen sind 0,3 mg Blei, nach Ansicht der andern 1 mg Blei täglich noch unschädlich.

Die Zinn-Bleilegierungen geben um so mehr Blei ab, je höher ihr Bleigehalt ist und je länger die Einwirkung des Lösungsmittels dauert. Besonders lösend wirken saure Flüssigkeiten, also z. B. Essigsäure (auch die Dämpfe der Essigsäure wirken korrodierend), ferner freie, in der Flüssigkeit gelöste Kohlensäure (Mineralwässer) und endlich Fette und Öle, welche das sich durch Oxydation bildende Bleioxyd schnell aufnehmen. Am gefährlichsten ist das längere Aufbewahren von Nahrungsmitteln in bleihaltigen Gefäßen, z. B. in Töpfen mit bleihaltigen schlechten Glasuren. Es gilt also im besonderen, saure und fetthaltige Nahrungs- und Genußmittel von der unmittelbaren Berührung mit Blei fernzuhalten.

Das angeführte Gesetz sucht dieses Ziel zu erreichen durch die Vorschrift eines Höchstbleigehaltes der Legierung von 10% (sog. „Reichslegierung") bzw. in bestimmten Fällen von 1%. Es erscheint indessen berechtigt, ganz allgemein zu fordern, daß Metallverpackungen, welche bestimmungsgemäß unmittelbar mit den Lebensmitteln in Berührung kommen (Konservenbüchsen, Metallfolien, Tuben usw.) einen Höchstgehalt von nur 1% Blei haben sollten, falls sie nicht mit einer widerstandsfähigen Zinnschicht (mechanische Zinnplatierung) versehen sind.

Auch für die Kinderspielwaren ist das Blei von Bedeutung, so bei Puppengeschirren, Bleisoldaten aus Hartblei (Antimonblei), Pfeifen u. a. Soweit diese Gegenstände nicht durch einen unlöslichen Anstrich (Bleisoldaten) geschützt sind, sollte auch hier ein möglichst niedriger Bleigehalt vorgeschrieben werden. Meist enthalten die Legierungen für diese Zwecke aber bis 40% Blei, weil sie nur in dieser Form sich leicht verarbeiten lassen.

Die Schädlichkeit des Zinks ist, da es nur örtlich reizt, gering. Es wird aber ebenfalls von vielen, namentlich sauren Flüssigkeiten angegriffen und verdirbt daher den Geschmack mancher Speisen. Kleine Mengen von Zink finden sich nach neueren Untersuchungen (Rost) übrigens schon normalerweise in vielen Lebensmitteln. Eine chronische Zinkvergiftung ist nicht bekannt.

Rücksichten auf die Industrie verbieten in der Praxis leider die Aufstellung zu scharfer gesundheitlicher Forderungen. Zurzeit muß als Ersatz fehlender spezialgesetzlicher Vorschriften bisweilen auf den § 12 des Nahrungsmittelgesetzes zurückgegriffen werden.

Gesundheitsschädliche Farben im Sinne des Gesetzes vom 5. Juli 1887 sind solche, welche Antimon, Arsen, Barium, Blei, Kadmium, Chrom, Kupfer, Quecksilber, Uran, Zink, Zinn, Gummigutti, Korallin und Pikrinsäure enthalten. Mit Ausnahme gewisser Verbindungen einiger der genannten Stoffe (näheres in den §§ 2—4 des Gesetzes) dürfen diese in Umhüllungen, welche zur Aufbewahrung oder Verpackung von Nahrungs- und Genußmitteln dienen, nicht vorhanden sein, ebenso nicht in kosmetischen Mitteln und in Spielwaren u. a.

Arsenhaltige Farben dürfen zur Herstellung von Buch- und Steindruck, von Tapeten, Möbelstoffen, Teppichen, Vorhängen, Kleidungsstoffen und künstlichen Blumen nicht verwendet werden, auch nicht als Anstrichfarben in bewohnten Räumen.

Wegen des Schlachtvieh- und Fleischbeschaugesetzes vgl. S. 239, wegen des Viehseuchengesetzes S. 242, wegen des Reichsgesetzes, betr. den Verkehr mit Butter usw. S. 248.

Von gesetzlichen Bestimmungen, welche Genußmittel vor Verfälschung schützen sollen, sind zu nennen das für das Gebiet der norddeutschen Brausteuergemeinschaft vom Reich erlassene Brausteuergesetz vom 15. Juli 1909 und das Weingesetz vom 7. April 1909, beide mit Ausführungsbestimmungen vom 24. bzw. 9. Juli 1909. Die Änderung einiger Bestimmungen des Weingesetzes steht in Aussicht. Das Branntweinsteuergesetz vom 15. Juli 1909 verbietet die Anwendung sog. Branntweinschärfen, das Gesetz über das Branntweinmonopol vom 26. Juli 1918 die Verwendung von Methylalkohol (vgl. S. 275).

Im Jahre 1918 hat das Kaiserliche Gesundheitsamt im Verein mit anderen Sachverständigen Richtlinien für die Beurteilung von Ersatz-Lebensmitteln aufgestellt. Über die Genehmigung von Ersatzlebensmitteln ist unter dem 7. März 1918 eine Verordnung des Reichskanzlers ergangen. Die reichsrechtlichen Ausführungsbestimmungen zu dieser Verordnung sind in den „Veröff. des Reichsgesundheitsamts“, Beilage zu Nr. 45, 1919 zusammengestellt.

Hinsichtlich der Verfälschungen der einzelnen Nahrungs- und Genußmittel, soweit sie nicht in diesem Abschnitt behandelt worden sind, muß auf die Lehrbücher der Nahrungsmittelchemie und einzelne Spezialwerke verwiesen werden.

VI. Untersuchungsmethoden.

Wegen der bei Stoffwechseluntersuchungen anzuwendenden Methoden, wie Bestimmungen der Trockensubstanz, der Asche, des Stickstoffs, des Ätherextraktes, der Rohfaser usw. in den Einnahmen (Nahrung) und Ausgaben (Harn und Kot) wolle man die entsprechenden Lehrbücher der physiologischen Chemie nachschlagen.

Was die Nahrungsmittel selbst angeht, so sind zu ihrer Untersuchung in erster Linie berufen die zahlreichen öffentlichen Anstalten zur technischen Untersuchung von Lebensmitteln, welche nach Erlaß des Nahrungsmittelgesetzes begründet worden sind und denen die praktische Lebensmittelkontrolle im Deutschen Reiche obliegt. Die Untersuchungsämter werden teils vom Staat, teils von Provinzen, Kreisen, Städten, Landwirtschaftskammern usw. erhalten. Auch private Anstalten kommen

in Frage, denen die Nahrungsmittelkontrolle durch Vertrag übergeben worden ist. Weit über 100 Anstalten sind zur Zeit in Deutschland in Tätigkeit.

Die von den Beamten der Lebensmittelpolizei in den Verkaufsräumen usw. entnommenen Proben werden in den Nahrungsmittelämtern untersucht, soweit sich nicht durch einfache Prüfungen an Ort und Stelle ein Ergebnis erzielen läßt.

Um den Mißständen, die sich aus der widersprechenden Beurteilung von Lebensmitteln durch verschiedene Sachverständige ergeben, zu begegnen, sind in den Jahren 1894 bis 1902 auf Anregung und unter Mitwirkung des Reichsgesundheitsamtes von einer Kommission erfahrener Vertreter der Nahrungsmittelchemie die „Vereinbarungen zur einheitlichen Untersuchung und Beurteilung von Nahrungs- und Genußmitteln sowie Gebrauchsgegenständen für das Deutsche Reich“ ausgearbeitet worden. Sie haben indessen keinen amtlichen Charakter, sind also für die Gerichte nicht bindend. Ein Bedürfnis nach rechtsverbindlichen Festsetzungen über die Beschaffenheit und Beurteilung der einzelnen Lebensmittel besteht aber zweifellos und hierdurch wiederum das Bedürfnis nach amtlichen Vorschriften für die Untersuchung der Lebensmittel.

Zur Ausführung mancher Sondergesetze sind solche Vorschriften allerdings schon zum Teil erlassen. Man vergleiche z. B. hierzu die Vorschriften für die Untersuchung des Fleisches usw. in den Ausführungsbestimmungen zum Fleischbeschaugesetz, Anlagen a—d zum Abschnitt D, welche später noch durch die Vorschrift über die biologische Prüfung auf Pferdefleisch ergänzt worden sind, ferner die Anweisung, welche der Bundesrat unter dem 22. März 1898 auf Grund des § 12 Ziffer 2 des Gesetzes, betreffend den Verkehr mit Butter, Käse und Schmalz und deren Ersatzmitteln vom 15. Juni 1897 erlassen hat, die demnächst zu erwartende Anweisung zur chemischen Untersuchung des Weines u. a. Im übrigen hat man sich einstweilen darauf beschränken müssen, die schon öfter erwähnten Entwürfe[1]) für solche Festsetzungen auszuarbeiten, denen also noch die gesetzliche Sanktion fehlt. Solcher, im Reichsgesundheitsamt aufgestellter, und vom Reichs-Gesundheitsrat durchberatener Entwürfe liegen mehrere vor. Auf die wichtigeren von ihnen ist bei den einzelnen Kapiteln Bezug genommen worden.

Im folgenden kann aus Raummangel meist nur das Prinzip der hygienisch wichtigsten Methoden angegeben werden. Soweit das Material bereits vorliegt, sind dabei gewöhnlich die in den genannten Entwürfen gegebenen Vorschriften benutzt worden.

1. Fleisch und Fette.

Von der tierärztlichen Untersuchung der lebenden Tiere und der Tierkörper nach der Schlachtung soll hier abgesehen werden. Erwähnt möge nur die biologische Untersuchung auf Pferdefleisch werden und die Untersuchung des Fleisches auf Trichinen und Finnen.

Bei ersterer werden dem verdächtigen Fleisch durch Auslaugen mit 0,85%iger Kochsalzlösung die löslichen Eiweißsubstanzen entzogen, das völlig klare Filtrat wird mit ebenfalls vollständig klarem, vom Kaninchen gewonnenen, Pferdeeiweiß

[1]) Diese Entwürfe enthalten außer den Vorschriften für die Untersuchung folgende wichtige Kapitel: I. Begriffsbestimmungen, II. Verbote zum Schutze der Gesundheit und III. Grundsätze für die Beurteilung.

ausfällendem Serum von bestimmten Titer versetzt und beobachtet, ob Trübung (Präzipitatbildung) eintritt (Uhlenhuth). Einzelheiten der Ausführung nebst Angaben über die unerläßlichen Kontrollbestimmungen siehe bei den bakteriologischen Untersuchungsmethoden.

Zur Prüfung auf Trichinen sind durch den eigens hierzu vorgebildeten Beschauer Proben aus den Prädilektionssitzen derselben zu entnehmen, nämlich aus den Zwerchfellpfeilern, dem Rippenteil des Zwerchfells, den Kehlkopfmuskeln und den Zungenmuskeln. Für jedes Schwein sind 24 Proben bei 30—40facher Vergrößerung langsam und sorgfältig unter dem Mikroskop oder mittels des Trichinoskops[1]) zu durchmustern.

Die Untersuchung auf Finnen geschieht makroskopisch.

Eingetretene oder beginnende Fäulnis kann oft bequem durch die Ebersche Reaktion festgestellt werden. Von dem verdächtigen Fleisch wird etwas in ein Zylinderglas gegeben und dann in den Zylinder ein Glasstab eingesenkt, welcher durch Eintauchen in eine Mischung von 1 Teil reiner Salzsäure, 3 Teilen Alkohol und 1 Teil Äther benetzt ist. Bei Fäulnis des Fleisches (Ammoniakbildung) entstehen um den Glasstab herum Salmiaknebel.

Die chemisch-physikalische Untersuchung von Fleisch und Fetten erstreckt sich hauptsächlich auf den Pferdefleischnachweis. Sie wird ausgeführt, wenn der biologische Nachweis (s. o.) aus irgend einem Grunde zu einer Entscheidung nicht geführt hat.

Es wird mittels Refraktometer das Brechungsvermögen des als Pferdefett verdächtigen Fettes bestimmt, welches höher ist als das der anderen in Betracht kommenden Schlachttiere, und es wird die sog. Hüblsche Jodzahl des verdächtigen Fettes festgestellt. Die Jodzahl gibt an, wieviel Prozente Jod ein Fett zu addieren vermag. Die Jodzahl des Pferdefettes beträgt 70 und mehr.

Des weiteren sucht die chemische Untersuchung des Fleisches und des Fettes den Zusatz verbotener Stoffe zu ermitteln, im besonderen von Konservierungsmitteln.

Es sind die wäßrigen Auszüge der zerkleinerten Fleischmassen nach entsprechender Vorbehandlung zu prüfen auf Borsäure und deren Salze (Reaktion mit Kurkuminpapier, oder Flammenreaktion), Formaldehyd und solche Stoffe, welche bei ihrer Verwendung Formaldehyd abgeben (Eisenchloridreaktion, mikrochemische Reaktion mit Quecksilberchlorid), schweflige Säure und deren Salze und auf unterschwefligsaure Salze (Kaliumjodatstärkereaktion; Abdestillieren der durch Phosphorsäure frei gemachten schwefligen Säure im Kohlensäurestrom in eine Jodlösung, Bestimmung der entstandenen Schwefelsäure), Fluorwasserstoff und dessen Salze (Nachweis der Ätzwirkung des durch konzentrierte Schwefelsäure frei gemachten Fluorwasserstoffs auf Glas), Salicylsäure und deren Verbindungen (Eisenchloridreaktion, Violettfärbung) und Farbstoffe oder Farbstoffzubereitungen; bei Fetten ist auch auf Alkali- und Erdalkali-Hydroxyde und -Karbonate zu untersuchen.

Da neuerdings die Verwendung salpetrigsaurer Salze zur Haltbarmachung des Fleisches verboten worden ist, so kommt auch der Nachweis von Nitriten im Fleisch in Frage. Er erfolgt nach besonderer Anweisung (Preuß. Minist.-Erl. vom 3. März 1919).

Um Fette (s. o.) auf ihre Abstammung und Unverfälschtheit zu prüfen, wird die Bestimmung des Brechungsvermögens (Refraktometer), daneben auch eine ganze Reihe anderer Methoden in Anwendung gezogen. Hier sei nochmals auf die sog. Baudouinsche Reaktion zur Erkennung des Sesamölzusatzes (s. o. Margarinegesetz) hingewiesen.

5 g geschmolzenes Fett werden in 5 ccm Petroleumäther gelöst und mit 0,1 ccm einer 1%igen alkoholischen Furfurollösung und mit 10 ccm Salzsäure vom spez. Gewicht 1,19 mindestens 1/2 Minute lang kräftig geschüttelt. Bei Anwesenheit von Sesamöl zeigt die am Boden sich abscheidende Salzsäure eine nicht alsbald verschwindende deutliche Rotfärbung. Bei Gegenwart von Farbstoffen, welche

[1]) Vgl. die preuß. Ministerialverfügung betr. Ausführung des Fleischbeschaugesetzes vom 1. Juli 1914.

durch Salzsäure rot gefärbt werden, tritt die „Soltsiensche Probe“ mit Zinnchlorürlösung an Stelle der Baudouinschen Reaktion.

Beim Verdacht der Verfälschung von Schmalz, Talg und Oleomargarine mit Pflanzenölen wird auf Phytosterin, welches in sämtlichen pflanzlichen Ölen vorkommt, mittels der Phytosterinazetatprobe (Digitoninmethode) geprüft (Schmelzpunktsbestimmung).

2. Milch und Butter.

Eine richtige Probeentnahme ist, wie überall, so besonders bei der Milch Vorbedingung für richtige Beurteilung. Wegen des Aufrahmens muß die Probeentnahme unmittelbar nach kräftiger Durchmischung der Milch geschehen.

Nach Prüfung von Aussehen, Geruch und eventuell Geschmack ist zunächst die physikalische Untersuchung vorzunehmen.

Mit dem Soxhletschen Milcharäometer (Abb. 120), welches eine von 1,024—1,038 reichende Einteilung zu haben pflegt, wird bei 15° C das spezifische Gewicht der Milch festgestellt. Hat die Milch eine andere (zwischen 10 und 20° liegende Temperatur), so wird die Ablesung (mit Hilfe einer Korrektionstabelle) korrigiert.

Genauere Angaben erhält man durch Benutzung der Westphalschen Wage oder des Pyknometers. (Über das normale spez. Gewicht der Milch vgl. S. 244.)

Die Bestimmung des spezifischen Gewichts wird gewöhnlich schon am Orte des Verkaufs (Marktkontrolle) durch besonders ausgebildete Polizeibeamte ausgeführt. Ist die Milch darnach verdächtig, so wird eine Probe für die chemische Untersuchung genommen.

Zur Milchkontrolle werden ausgeführt:

- die Fettbestimmung,
- die Milchzuckerbestimmung,
- die Bestimmung des Schmutzgehaltes,
- die Bestimmung des Säuregrades,
- Enzymreaktionen,
- die Leukocytenprobe,
- die Prüfung auf Wässerung,
- die Prüfung auf Konservierungsmittel.

Unter den vielen Methoden, welche für die Fettbestimmung in der Milch angegeben sind, ist eine der bequemsten praktischen Methoden die azidbutyrometrische von Gerber.

Das Prinzip der Methode besteht darin, aus einem abgemessenen Milchquantum das Fett abzuscheiden, indem man das Kasein mittels konzentrierter Schwefelsäure löst. Durch Zugabe von Amylalkohol wird die Abscheidung des Fettes erleichtert. In besonderen Gefäßen (Azidbutyrometern) wird zentrifugiert und das Volumen des abgeschiedenen Fettes an einer Skala abgelesen.



Abb. 120. Milcharäometer. (Nach Soxhlet.)

Man gibt in den eigenartig geformten Milchprüfer (Abb. 121) 10 ccm technisch reine Schwefelsäure vom spez. Gewicht 1,825, fügt vorsichtig 11 ccm der zu untersuchenden Milch und 1 ccm chemisch reinen Amylalkohol hinzu und verschließt die Öffnung des Azidbutyrometers mit einem gut passenden Gummistöpsel. Dann mischt man (unter Festhalten des Stöpsels) durch Umschütteln kräftig durch, wobei sich die Mischung stark erhitzt. Man legt dann das Gefäß noch einige Minuten in ein Wasserbad von 60—65°, sodann in die besonders konstruierte Zentrifuge und zentrifugiert 3—4 Minuten. Nach dem

Zentrifugieren wird nochmals einige Minuten erwärmt und dann die Höhe der abgeschiedenen Fettschicht im engen, mit einer Skala versehenen Teil des **Butyrometers** abgelesen. Jeder Teilstrich entspricht 0,1% Fett.

Für genauere wissenschaftliche Zwecke wird ein gewogenes oder (bei bekanntem spez. Gewicht) gemessenes Quantum Milch (etwa 10 ccm) auf fettfreies, aufsaugefähiges Material (besonders präparierte Papierstreifen von Schleicher und Schüll, ausgeglühter Seesand, Kaolin u. dgl.) gebracht. Dies Material wird quantitativ in eine Extraktionshülse gefüllt und in einem Soxhletschen Extraktionsapparat (Abb. 122) mit Äther extrahiert. Die Gewichtszunahme des Extraktionskölbchens nach Abdunsten des Äthers ergibt die in der angewandten Menge Milch vorhanden gewesene Fettmenge.



Abb. 121. Gerbers Azidbutyrometer.

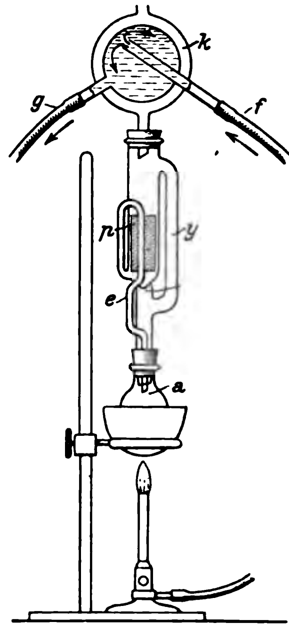


Abb. 122. Soxhlets Fettextraktionsapparat.

a = Gewogenes Kölbchen. p = Extraktionshülse. y = Weg für den Ätherdampf. f—g—k = Kugelkühler zur Kondensation des Ätherdampfes. e = Rücklaufheber.

Der Milchzucker wird bestimmt im Milchserum, d. h. in einer Milch, aus welcher man Kasein ausgefällt und auch einen großen Teil des Fettes entfernt hat. Dieses Serum läßt sich auf verschiedene Weise herstellen.

Nach der gewöhnlichsten Methode versetzt man 25 ccm Milch mit 200 ccm Wasser und erwärmt mit einigen Tropfen Essigsäure im Wasserbade, bis das Eiweiß geronnen ist. Nach dem Abkühlen wird auf 250 ccm aufgefüllt und filtriert. Auf andere Weise hergestellte Milchseren sind das „Chlorkalziumserum" und das „Tetrachlorkohlenstoff-Serum". 50 ccm des Milchserums werden mit 50 ccm Fehlingscher Lösung (25 ccm Kupfersulfatlösung + 25 ccm Seignettesalzlösung von bestimmten Konzentrationen) 6 Minuten lang zum Sieden erhitzt und das durch den Milchzucker reduzierte ausgeschiedene Kupferoxydul durch ein gewogenes Allihnsches Asbestfilter filtriert. Nach Auswaschen des Niederschlages wird das Kupferoxydul im Wasserstoffstrom zu Kupfer reduziert und als solches gewogen. Die dem Kupfer entsprechenden Milchzuckermengen werden einer von Soxhlet berechneten Tabelle entnommen.

Um ein Urteil über den Reinheitsgrad einer Milch zu gewinnen, gießt man nach Renk ein Liter Milch in ein Gefäß mit durchscheinendem

Boden und läßt 2 Stunden lang absitzen. Gute und reine Milch soll nach dieser Zeit einen Bodensatz von Schmutz nicht zeigen.

Zur Bestimmung des Säuregrades, d. h. zur Feststellung des Alters der Milch werden nach Soxhlet-Henkel 50 ccm Milch mit $^1/_4$ Normalnatronlauge titriert. Als Indikator werden 2 ccm einer 2%igen alkoholischen Phenolphthaleinlösung zugefügt. Jeder für 100 ccm Milch verbrauchte Kubikzentimeter Natronlauge ist ein Säuregrad.

In Säuerung begriffene Milch zeigt, mit dem gleichen Volumen 68%igen Alkohols versetzt, Kaseinausflockung (Alkoholprobe). Beim Kochen gerinnt sie (Kochprobe). Vgl. auch S. 246.

Die Reaktionen auf Enzyme werden zu verschiedenen Zwecken angestellt.

Die Milch ist imstande, gewisse Farbstoffe, z. B. Methylenblau zu entfärben (Reduktaseprobe). Man unterscheidet die eigentliche Reduktase, welche formalinfreies Methylenblau bei 45° entfärbt (M.-Reduktase) und die Aldehydkatalase (FM-Reduktase), welche formalinhaltiges Methylenblau bei 70° reduziert.

Die wichtigere M-Reduktaseprobe orientiert über den Bakteriengehalt, also die Frische der Milch. Formalinfreies Methylenblau wird nach Barthel von keimfreier Milch nicht entfärbt, die Reduktion rührt daher lediglich von den anwesenden Mikroorganismen her, die allerdings verschieden stark reduzieren. Die Probe wird wie folgt angestellt:

5 ccm einer alkoholischen gesättigten Methylenblaulösung (Methylenblau Merck B. extra) werden mit destilliertem Wasser auf 200 ccm aufgefüllt. Von der Mischung wird 1 ccm im Reagenzglase mit 20 ccm der zu untersuchenden Milch gemengt und bei 38—39° aufbewahrt[1]). Ist die Milch nach $5^1/_2$ Stunden noch blau, so kann sie als gut bezeichnet werden (Gehalt meist unter 500 000 Keimen im Kubikzentimeter). Bei einem Bakteriengehalt von 4—20 Millionen im Kubikzentimeter pflegt die Entfärbung schon zwischen 2 Stunden und 20 Minuten einzutreten (an der Oberfläche bleibt bei ungehindertem Sauerstoffzutritt meistens ein blauer Ring bestehen). In pasteurisierter oder frisch gekochter Milch fällt die Probe schwach oder negativ aus.

Hygienisch weniger wichtig ist die Bestimmung der Katalase, d. h. eines Enzyms der rohen Milch, welches zugesetztes Wasserstoffsuperoxyd in Wasser und Sauerstoff spaltet. Durch Konservierungsmittel wird die Katalase vernichtet oder geschwächt.

Zur Entscheidung, ob eine Milch abgekocht oder pasteurisiert wurde, ist die einfache Kochprobe des Milchserums (das Albumin der Milch gerinnt bei ungefähr 70° C) am sichersten. Albuminausscheidung tritt in vorher gekochter Milch nicht ein. Man kann auch auf das Vorhandensein von Peroxydase prüfen, eines Enzyms, welches bei 78—80°, also durch vorheriges Kochen zerstört wird. Die Peroxydase vermag den Sauerstoff des Wasserstoffsuperoxyds auf oxydierbare Körper zu übertragen. Am empfindlichsten ist die Reaktion nach Rothenfußer.

Das Rothenfußersche Reagens besteht aus folgender Mischung: 1 g Paraphenylendiamin in 15 ccm Wasser gelöst; hierzu eine Auflösung von 2 g Guajakol in 135 ccm 96%igem Alkohol. Zur Ausführung der Reaktion werden etwa 10 ccm Milchserum mit 1—2 Tropfen 0,3%iger Wasserstoffsuperoxydlösung versetzt und etwas von dem Reagens hinzugegeben. Bei ungekochter Milch tritt Violettfärbung ein.

Einfacher, aber weniger empfindlich, ist die Probe mit etwas frisch bereiteter Gujaktinktur und einigen Tropfen Wasserstoffsuperoxydlösung („Gendarmenprobe").

[1]) Statt der Lösung wird auch die Anwendung fertiger Reduktasetabletten der Firma Blauenfeldt und Toede in Kopenhagen empfohlen.

Besteht Verdacht, daß eine Milch von einer an Euterentzündung erkrankten Kuh stammt, so kann die Trommsdorfsche Leukocytenprobe vorgenommen werden, darin bestehend, daß in besonderen, am geschlossenen Ende zu Kapillarröhren ausgezogenen Zentrifugengläschen 10 ccm Milch kräftig zentrifugiert werden. Milch gesunder Kühe scheidet dabei nur ein minimales Sediment ab, Milch von Kühen mit Euterentzündung gewöhnlich eine größere Menge gelb geformten Bodensatzes. Die mikroskopische Untersuchung des Sediments ergibt dann meist zahlreiche Leukocyten und Streptokokken.

Um die sehr häufige Verfälschung der Milch durch Wasserzusatz nachzuweisen, genügt die Prüfung des spezifischen Gewichts nicht immer (normale Marktmilch hat nur selten ein spezifisches Gewicht unter 1,029, durch Wasserzusatz wird das spezifische Gewicht verringert), vor allem dann nicht, wenn der Wasserzusatz mit gleichzeitiger Entrahmung kombiniert wird. War das zum Wässern benutzte Wasser, wie häufig, salpetersäurehaltig, so kann der Nachweis dieser Salpetersäure (der Nitrate) in der Milch die Fälschung aufdecken. Nach Tillmans gibt man zu diesem Zweck zu 2 ccm Diphenylamin-Reagens (0,085 g Diphenylamin in konz. Schwefelsäure gelöst und auf 1000 ccm aufgefüllt) 0,5 ccm eines Chlorkalziummilchserums. Bei Anwesenheit von Salpetersäure entsteht Blaufärbung. Ist kein nitrathaltiges Wasser benutzt worden, so ist der Nachweis des Wasserzusatzes schwieriger und muß entweder durch Berechnung aus andern Analysendaten oder durch Bestimmung des spezifischen Gewichtes des Milchserums oder seines Brechungsvermögens (mittels des Zeißschen Eintauchrefraktometers) oder durch die Bestimmung des Gefrierpunktes der Milch mittels Kryoskops erbracht werden.

Auf Konservierungsmittel wird mit den gleichen Reaktionen geprüft, die oben beim Fleisch angegeben sind. Benzoesäure wird dem Milchserum durch Ausschütteln mit Äther entzogen und als Ferribenzoat nachgewiesen. Auf Wasserstoffsuperoxyd prüft man am besten mittels der Vanadinsäurereaktion nach Arnold und Mentzel.

Man gibt zu 10 ccm Milch 3 Tropfen Vanadinsäurelösung (1 g Vanadinsäure in 100 g verdünnter Schwefelsäure) und 5 ccm verdünnte Schwefelsäure. Bei Anwesenheit von Wasserstoffsuperoxyd entsteht eine rote Färbung durch Bildung von Übervanadinsäure. Empfindlich ist auch die Reaktion mit Titansäurehydrat in schwefelsaurer Lösung (Gelbfärbung).

Formaldehyd wird entweder im Destillat oder in der Milch selbst bestimmt, im letzteren Fall mit einer durch schweflige Säure entfärbten Fuchsinlösung (Schiffsches Reagens). Bei Anwesenheit von Formaldehyd tritt Rotfärbung ein, welche beim Ansäuern mit Salzsäure in Violett übergeht.

Butter.

Zur Bestimmung des Wassergehaltes werden etwa 5 g Butter in einem kleinen, mit grob gepulvertem ausgeglühtem Bimsstein gefüllten, flachen Porzellanschälchen genau abgewogen und das Schälchen dann in einem Trockenschrank auf 105° erwärmt. Nach halbstündigem Belassen im Trockenschrank wird das Schälchen im Exsikkator auf Zimmertemperatur abgekühlt und wieder gewogen. Diese Wägungen werden, nachdem das Schälchen neuerdings für 10 Minuten in den Trockenschrank gebracht war, wiederholt, bis keine nennenswerte Gewichts-

abnahme mehr erfolgt. Die Differenz der ersten und letzten Wägung wird als Wasser gerechnet.

Zur Feststellung, ob Naturbutter, ein Surrogat oder eine Verfälschung vorliegt, können hauptsächlich folgende Methoden dienen:

a) Untersuchung des geschmolzenen Butterfetts im Wollnyschen Butterrefraktometer (Zeiß, Jena) auf seinen Brechungsexponenten. Die Grenzlinie, welche man abliest, pflegt bei Naturbutter und 40° Temperatur sich nur zwischen 40,0 und 44,5 zu bewegen. Höhere oder niedrigere Werte müssen den Verdacht der Fälschung erwecken.

b) Die Bestimmung der Menge der flüchtigen Fettsäuren (Reichert-Meißl-Zahl). Zu ihrer Bestimmung ist die genaue Einhaltung einer bestimmten Methodik notwendig, derentwegen auf Heft 2, S. 36 der „Entwürfe" verwiesen sein möge. Das Prinzip der Methode ist folgendes: 5 g klar filtriertes Butterfett werden mit Natronlauge verseift, die Seife wird in destilliertem Wasser gelöst, durch Zugabe von Schwefelsäure zersetzt und die frei werdenden flüchtigen Fettsäuren, deren Menge für die Butter charakteristisch ist, mit dem Wasserdampf abdestilliert. Vom Destillat, das genau 110 ccm betragen soll, werden 100 ccm mit Zehntel-Normal-Natronlauge unter Verwendung von Phenolphthalein als Indikator der Titration unterworfen. Die Anzahl der verbrauchten Kubikzentimeter Lauge, um ein Zehntel ihres Betrages vermehrt, heißt die Reichert-Meißl-Zahl. Dieselbe ist bei Naturbutter selten niedriger als 24, vielmehr meist höher (bis 34), doch kommt gelegentlich auch reines Butterfett mit Zahlen unter 24 vor (bis 20 und weniger.) Zahlen unter 24 erwecken daher wohl stets den Verdacht der Verfälschung mit fremden tierischen Fetten, sie beweisen aber noch nichts.

Die Reichert-Meißl-Zahl der Margarine soll höchstens auf 3 steigen, sonst liegt der Verdacht der Mischung mit Butter vor.

c) Neben der Feststellung der Reichert-Meißl-Zahl dient auch die Bestimmung der Verseifungszahl zum Nachweis fremder tierischer Fette in der Butter. Sie gibt an die Anzahl von Milligrammen Kaliumhydroxyd, die erforderlich sind, um die in 1 g Fett etwa vorhandenen freien Säuren zu binden und die Ester zu zerlegen. Bei reinem Butterfett beträgt die Verseifungszahl im allgemeinen 219—233. Bei Zusatz tierischer Fette liegt sie niedriger.

d) Zumischung von Pflanzenfetten bzw. von Pflanzenfetten enthaltender Margarine erkennt man mittels der oben bereits erwähnten Phytosterinazetatprobe.

Auf zugesetzte Konservierungsmittel prüft man nach dem Ausschmelzen der Butter den wäßrigen Anteil mit den oben (bei Fleisch und Milch) angegebenen Methoden.

Um den Gehalt der Butter an freien Säuren zu bestimmen, wiegt man etwa 6 g geschmolzenes und filtriertes Butterfett ab und löst es in etwa 30—40 ccm einer säurefreien Alkohol-Äthermischung auf. Die Mischung wird dann mit $^1/_{10}$ Normalalkalilauge mit Phenolphthalein als Indikator titriert bis zur Rotfärbung. Man rechnet auf 10 g Butter um.

Jeder (für 10 g Butter) verbrauchte Kubikzentimeter Lauge entspricht einem „Säuregrad". Der Säuregrad feiner Streichbutter liegt unter 5.

3. Sonstige Nahrungsmittel.

Von Verfahren zur Untersuchung der übrigen Nahrungsmittel mögen nur noch Erwähnung finden die Prüfung der Konserven auf Kupfergehalt und die Prüfung von Nahrungsmitteln auf Blei- und Zinkgehalt. Die Untersuchung geschieht nach den üblichen Regeln der Analyse. Vielfach genügt schon der qualitative Nachweis.

Kupfer kann leicht qualitativ durch den auf Eisen erzeugten Kupferniederschlag erkannt werden.

Größere Mengen von Blei werden gewichtsanalytisch als Bleisulfat ($PbSO_4$) oder als Bleichromat, kleine Mengen als Bleisulfid kolorimetrisch bestimmt. Die Aufschließung z. B. von Proben von Legierungen erfolgt durch Salpetersäure.

Zink wird in essigsaurer Lösung als Sulfid ausgefällt und unmittelbar durch Glühen in Zinkoxyd übergeführt.

Wegen der Untersuchung auf Arsen vgl. S. 211.

4. Die Untersuchung des Wassers.

Die Untersuchung des Wassers erstrebt verschiedene Zwecke:

1. Die Feststellung, ob das Wasser an sich gesundheitsschädliche Substanzen enthält. Hierher gehört die chemische Untersuchung auf Bleigehalt und sonstige schädliche Stoffe und die unmittelbare bakteriologische Prüfung des Wassers auf etwa in ihm vorhandene Krankheitserreger.

2. Die Feststellung der Menge gewisser im Wasser stets oder fast stets vorhandener Stoffe, welche man als Indikatoren für eine verdächtige Herkunft oder eine ungünstige Beeinflussung des Wassers anzusehen pflegt. Hierher gehört z. B. die Feststellung des Sauerstoffverbrauchs, der anorganischen Stickstoffverbindungen (Ammoniak, salpetrige Säure, Salpetersäure), des Chlors durch die chemische Analyse, der Bakterienzahl und des etwaigen Gehaltes an Kolibazillen mittels bakteriologischer Methoden, gröbere Verunreinigungen des Wassers (Stärkekörner, Stofffasern, Waschblau, Muskelfasern, Haar- und Federreste) usw. durch die unmittelbare mikroskopische Untersuchung des Bodensatzes (mikroskopisch-biologische Untersuchung), Daneben vermag schon die Prüfung des Wassers mit den unbewaffneten Sinnen (Prüfung auf Farbe, Trübung, Geruch, Geschmack) Aufschlüsse zu geben.

3. Die Feststellung, ob ein Wasser wirtschaftlichen und technischen Ansprüchen genügt. Hierzu ist neben einigen der oben genannten Feststellungen (Farbe, Trübung, Sauerstoffverbrauch usw.) besonders nötig: die Untersuchung des Wassers auf härtebildende Substanzen (Kalk- und Magnesiaverbindungen), Eisen- und Manganverbindungen und auf die Form, in welcher sie im Wasser vorhanden sind, auf den Gehalt des Wassers an gelösten Gasen, namentlich an freier Kohlensäure, die Feststellung des Gehaltes an gelösten Salzen überhaupt und die Natur dieser Salze (Alkalichloride, Erdalkalichloride, Sulfate usw.).

Die Untersuchung kann entweder eine umfassend-gründliche (mit Heranziehung noch weiterer als der oben genannten Methoden) oder eine orientierende sein. Orientierende Methoden kommen namentlich außerhalb des Laboratoriums an Ort und Stelle zur Anwendung. Sie müssen naturgemäß einfach und ohne besondere Apparaturen ausführbar sein.

Vielfach genügt die vergleichende Feststellung der Ähnlichkeit oder Unähnlichkeit der Zusammensetzung zweier Wässer, um hieraus schon Schlüsse ziehen zu können und hierfür ist unter Umständen die

vergleichende Feststellung der elektrischen Leitfähigkeit der Wässer mittels der Meßbrücke (Wheatstone - Kohlrausch) schon ausreichend. Besonders bewährt hat sich hierfür der von Pleißner zusammengestellte handliche Apparat, welcher von Richard Bosse u. Co., Berlin S.O. 36, gefertigt wird (Abb. 123).

Wohl zu beachten ist, daß die Beurteilung des jeweiligen Falles lediglich auf Grund eingesandter, im Laboratorium untersuchter Proben nur in Ausnahmefällen zulässig ist und daß in der Regel stets



Abb. 123. Handlicher Apparat zur Messung des elektrischen Leitvermögens von Wässern. (Nach Pleißner.)

eine Besichtigung der örtlichen Verhältnisse an der Wasserentnahmestelle vorauszugehen hat.

Hierbei kommt es auf eine richtig durchgeführte Probeentnahme sehr wesentlich an. Bakteriologische Untersuchungen müssen stets an Ort und Stelle von Seiten des Sachverständigen persönlich eingeleitet werden.

Um ein richtiges Urteil zu gewinnen, ist oft die Zuziehung eines Geologen, eines Hydrologen oder eines wassertechnischen Fachmanns geboten.

Eine einmalige Wasseruntersuchung genügt in vielen Fällen nicht.

Im folgenden können wieder nur einige einfachere Methoden ihrem Prinzip nach ganz kurz skizziert werden. Näheres s. in den Speziallehrbüchern.

1. Untersuchung des Wassers auf äußerlich erkennbare Eigenschaften.

a) Die Prüfung auf Farbe und Durchsichtigkeit wird in Schaugläsern (Visierzylindern) vorgenommen, welche eine Beobachtung des Wassers in hoher Schicht zulassen. Zur Bestimmung der Durchsichtigkeit dient meist die Feststellung der Höhe der Wasserschicht, durch welche hierdurch die Snellensche Schriftprobe Nr. 1 noch gelesen oder erkannt werden kann oder in offenen Gewässern eine versenkte Porzellanplatte mit schwarzem Kreuz an einer Meßstange.

b) Geruch und Geschmack sind bei bestimmten Temperaturen zu bestimmen, der erstere bei 40—60°, der letztere bei 15—20° C.

2. Untersuchung des Wassers mittels chemischer Methoden.

Die einfachen chemischen Methoden der Wasseranalyse sind immer qualitative Reaktionen unter Benützung von Indikatoren, deren Farbumschlag die Anwesenheit des gesuchten Stoffes anzeigt. Quantitative Feststellungen erfolgen in einfachster Form mit Hilfe der Maßanalyse oder des kolorimetrischen Vergleichs. Gewichtsanalytische Methoden sind umständlicher und nur im Laboratorium ausführbar.

a) Untersuchung auf freie Kohlensäure.

Titration des Wassers mit alkalischen Maßflüssigkeiten z. B. $^1/_{20}$-Normal-Natronlauge unter Zusatz von bestimmten Mengen von Phenolphthalein als Indikator. Umsetzung nach der Gleichung



$$NaOH + H_2CO_3 = NaHCO_3 + H_2O.$$

Endpunkt: Rosafärbung. Jeder Kubikzentimeter $^1/_{20}$ Normal-Natronlauge entspricht 2,2 mg CO_2.

b) Bestimmung der an Kalzium oder Magnesium als Bikarbonat gebundenen Kohlensäure (Alkalitätsbestimmung).

Titration des Wassers mit $^1/_{10}$ Normal-Salzsäure mit Methylorange als Indikator. Umsetzung nach der Gleichung



$$Ca(HCO_3)_2 + 2\,HCl = CaCl_2 + 2\,CO_2 + 2\,H_2O.$$

Endpunkt: Braunrotfärbung. Jeder Kubikzentimeter verbrauchter $\frac{n}{10}$-Salzsäure entspricht 4,4 mg Bikarbonatkohlensäure.

c) Bestimmung der „aggressiven Kohlensäure“ nach Tillmans und Heublein[1]).

Um die Karbonate in Lösung zu halten, bedarf es einer dem Bikarbonatgehalt entsprechenden Menge von freier Kohlensäure im Wasser. Die Menge von freier Kohlensäure, welche darüber hinaus im Wasser vorhanden ist, wird als „aggressive Kohlensäure“ bezeichnet, weil sie die Eigenschaft hat, Metalle und Mörtelmaterial anzugreifen.

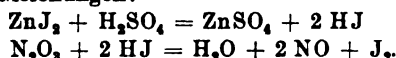
d) Prüfung auf Ammoniak.

Zusatz von Neßlers Reagens (Jodkaliumquecksilberjodid, in Kalilauge gelöst) im Visierzylinder nach eventueller Ausfällung der Erdalkalien. Bei Anwesenheit von Ammoniak Gelb- bis Braunfärbung.

[1]) Wegen der Ausführung dieser Methode und der etwas verwickelten Methoden der Kohlensäurebestimmungen überhaupt muß auf die ausführlicheren Lehrbücher der Wasserhygiene verwiesen werden.

e) Prüfung auf salpetrige Säure.

Zusatz von Jodzinkstärkelösung und verdünnter Schwefelsäure. Bei Anwesenheit von salpetriger Säure (Nitrit) Blaufärbung durch Bildung von Jodstärke. Umsetzungen nach den Gleichungen:



$$ZnJ_2 + H_2SO_4 = ZnSO_4 + 2\,HJ$$
$$N_2O_3 + 2\,HJ = H_2O + 2\,NO + J_2.$$

f) Prüfung auf Salpetersäure.

Zusatz von einigen Körnchen Diphenylamin zu einer sehr geringen Menge Wasser. Ansäuern und Erhitzen durch Zugabe konzentrierter nitratfreier Schwefelsäure. Bei Gegenwart von Salpetersäure (Nitrat) Blaufärbung.

g) Prüfung auf Eisen.

Schütteln des Wassers in halbgefüllter Flasche mit Luft. 24 Stunden stehen lassen. Beobachten, ob braunes Eisenoxydhydrat ausfällt. Umsetzung nach der Gleichung:



$$2\,Fe(HCO_3)_2 + O + H_2O = Fe_2(OH)_6 + 4\,CO_2.$$

h) Prüfung auf Mangan.

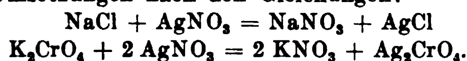
Man versetzt das Wasser mit etwas konzentrierter Salpetersäure, kocht und fügt Bleisuperoxyd zu. Rotfärbung (Bildung von Permanganatsalz) bei weiterem Kochen deutet auf das Vorhandensein von Mangan hin.

i) Prüfung auf Blei.

Eine größere Wassermenge wird in hohem Glaszylinder mit Essigsäure angesäuert und mit Natriumsulfidlösung versetzt. Bei Gegenwart von Blei entsteht bräunlichgelbe Verfärbung durch Bleisulfid.

k) Bestimmung des Gehaltes des Wassers an Chloriden.

Titration von 100 ccm Wasser mit einer empirischen oder $^1/_{10}$ Normal-Silbernitratlösung mit neutralem chromsaurem Kali als Indikator. Endpunkt: Rötliche Färbung. Umsetzungen nach den Gleichungen:



$$NaCl + AgNO_3 = NaNO_3 + AgCl$$
$$K_2CrO_4 + 2\,AgNO_3 = 2\,KNO_3 + Ag_2CrO_4.$$

l) Bestimmung der Härte (Kalzium, Magnesium).

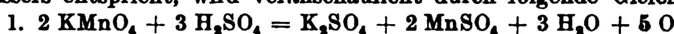
Titration von 100 ccm Wasser mit einer empirischen Seifenlösung (gibt nur annähernde Resultate, zumal bei hohem Magnesiumgehalt). Besser ist Titration mit Kaliumpalmitatlösung nach Blacher. Die vorübergehende Härte läßt sich nach dem Ausfall der Prüfung unter b) berechnen. Sonst müssen in der Regel gewichtsanalytische Methoden in Anwendung kommen.

Ein deutscher Härtegrad entspricht einem Gehalt von 10 mg Kalziumoxyd bzw. 7,2 mg Magnesiumoxyd im Liter.

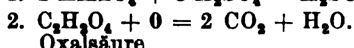
m) Bestimmung des Kaliumpermanganatverbrauchs.

Die im Wasser gelösten und pseudogelösten (kolloidalen) oxydierbaren Stoffe werden durch Kaliumpermanganat in saurer oder alkalischer Lösung (ca. $^1/_{100}$ Normallösung) zerstört, wobei sich das Kaliumpermanganat unter Abspaltung von Sauerstoff entfärbt. Die Menge des bis zu bleibender Rotfärbung verbrauchten Kaliumpermanganats ist also ein Maßstab für die Menge der oxydablen Stoffe. Diese Menge wird angegeben in Milligrammen verbrauchten Kaliumpermanganats für den Liter Wasser Die Oxydation wird in kochender Lösung vorgenommen.

Die Siedehitze darf nur eine bestimmte Zeit einwirken. Eingestellt wird die Kaliumpermanganatlösung mittels einer $^1/_{100}$ Normal-Oxalsäurelösung, welche sie, ähnlich wie alle anderen oxydierbaren Stoffe, zu Kohlensäure und Wasser oxydiert. Dieser Vorgang, welcher dem bei der Oxydation der organischen Stoffe des Wassers entspricht, wird veranschaulicht durch folgende Gleichungen:



1. $2\ KMnO_4 + 3\ H_2SO_4 = K_2SO_4 + 2\ MnSO_4 + 3\ H_2O + 5\ O$



2. $C_2H_2O_4 + O = 2\ CO_2 + H_2O$.
   Oxalsäure

Man arbeitet aus praktischen Gründen zunächst mit einem Überschuß von Kaliumpermanganatlösung, entfärbt durch eine gemessene überschüssige (bei der Berechnung in Abzug zu bringende) Menge Oxalsäurelösung und titriert bis zur Rosafärbung. 1 ccm $^1/_{100}$ Normal-Oxalsäurelösung entspricht 0,316 mg Kaliumpermanganat.

3. Mikroskopisch-biologische Untersuchung.

Von dem **Sediment**, welches sich aus einer Wasserprobe abgesetzt hat oder durch Zentrifugieren aus ihr abgeschieden worden ist, wird ein wenig auf einem Objektträger bei aufgelegtem Deckglas mittels schwacher und stärkerer Vergrößerung durchmustert.

Wegen der Untersuchungen von Oberflächenwässern vgl. S. 463.

4. Bakteriologische Untersuchung[1]).

Man vermischt mit einer nach Vorschrift des Reichsgesundheitsamts hergestellten, durch leichtes Erwärmen verflüssigten Nährgelatine 1 ccm des zu untersuchenden Wassers oder Bruchteile eines Kubikzentimeters und gießt die Mischung in eine sterile Petrischale. Nach dem Erstarren: Aufbewahren 48 Stunden lang bei 20—22°, dann Zählung der gewachsenen Bakterienkolonien mit der Lupe. Man gibt an: die Anzahl der aus 1 ccm Wasser entwickelten Kolonien bzw. die auf 1 ccm Wasser berechnete Anzahl. Es sind stets mehrere Petrischalen zu gießen. Über die **Bewertung** der erhaltenen Keimzahlen vgl. das Kapitel Wasserversorgung.

Über die Methoden und den Wert des **Nachweises** des **B. coli** im Wasser ist bisher eine volle Einigkeit nicht erzielt worden. Die Bestimmung der in einem Brunnenwasser vorhandenen Menge von Darmbakterien wird von der Mehrzahl der Hygieniker zwar als ein wertvolles Hilfsmittel angesehen, sie kann aber niemals die Ortsbesichtigung ersetzen.

Dort, wo man Wert auf den Nachweis legt, wird meist zuerst mittels der **Verdünnungsmethode** (Verimpfung abgestufter Wassermengen von 1,0, 0,1, 0,01, 0,001 usw. in Nährbouillon) die ungefähre Menge der im Wasser vorhandenen, bei 37° oder (nach **Eijkman**) bei 46° wachsenden Keime festgestellt und dann durch besondere Kulturverfahren (Vergärung von Traubenzucker, Säuerung von Lackmusmolke, Umfärbung von Neutralrot usw.) festgestellt, ob es sich um zur Gruppe des B. coli gehörige Keime handelt. Da das B. coli das Darmbakterium schlechthin ist, so glauben viele je nach seinem Vorkommen in kleineren oder erst in größeren Wassermengen besondere Rückschlüsse auf fäkale Verunreinigung ziehen zu können, d. h. auf eine etwaige Infektiosität des Wassers.

Der **Nachweis der Choleravibrionen** wird (im Gegensatz z. B. zum Nachweis der Typhusbazillen im Wasser) dadurch erleichtert, daß man die Choleravibrionen im Wasser „anreichern" kann, d. h., selbst wenn nur vereinzelte Choleravibrionen in der entnommenen Wassermenge

[1]) Vgl. hierzu auch die Untersuchungsmethoden des ersten Abschnitts.

vorhanden sind, kann man diese unter Lebensbedingungen bringen, daß sie sich stärker vermehren als die übrigen Wasserkeime. Weil sie sehr lufthungrig sind, ziehen sie sich an die Oberfläche der Kulturflüssigkeit.

Zwecks Anreicherung wird 1 l des zu untersuchenden Wassers mit 100 ccm Peptonlösung (wäßrige sterile Lösung, enthaltend 10% Pepton, 10% Kochsalz, 0,1% Kaliumnitrat und 0,2% kristallisierte Soda) gemischt, die Mischung in Portionen zu je 100 ccm geteilt und 8—12 Stunden bei 37° aufbewahrt (sog. „Vorkultur“). Sind Choleravibrionen vorhanden, so haben sie sich unterdessen stark vermehrt und an der Oberfläche der Flüssigkeit angesammelt. Von den Oberflächen impft man ab und untersucht weiter nach den vorgeschriebenen Methoden. (Vgl. S. 142.)

Eine Untersuchung des Wassers auf Typhus- und Dysenteriebazillen kommt selten in Frage. Vgl. dieserhalb die Speziallehrbücher.

Die Aufgabe, in größeren Wassermengen einzelne spezifische Keime, z. B. den Bac. prodigiosus bei Filterprüfungen, das B. coli bei der Kontrolle künstlicher Sandfilter u. dgl. aufzufinden, kann in verschiedener Weise gelöst werden, entweder durch mechanische Ausfällung der Bakterien mittels chemischer Niederschläge, durch Abdunstenlassen größerer Wassermengen auf Kulturschalen (Marmann), durch Aufsaugenlassen mittels Gipsplatten, die mit Nährmaterial beschickt werden (A. Müller), oder durch Benutzung hochprozentiger Gelatinenährböden (Bürger).

Hesse empfiehlt, das Wasser mittels Berkefeldfilter zu konzentrieren und die durch Rückspülung abgeschwemmte bakterienhaltige Flüssigkeit auf Platten zu verarbeiten.

Die Untersuchung des Flußwassers (der Vorflut) und des Abwassers wird im Anschluß an die Abwasserreinigung im sechsten Abschnitt dieses Buches kurz besprochen werden.

5. Die Untersuchung alkoholischer Getränke.

1. Bier.

Die hygienisch wichtigsten Untersuchungen sind:

a) Die Bestimmung des spezifischen Gewichts des durch Schütteln von Kohlensäure befreiten Bieres mittels der Westphalschen Wage oder des Pyknometers.

b) Die Bestimmung des Alkohols durch Destillation unter Benutzung der Windischschen Tabellen zur Feststellung des Alkoholgehaltes aus dem spezifischen Gewicht des Destillats.

c) Die Bestimmung des Extraktes aus dem spezifischen Gewicht des entgeisteten Bieres, ebenfalls mit Hilfe besonders ausgearbeiteter Tabellen (Windisch, Ostermann u. a.).

d) Die Bestimmung des Säuregrades durch Titration mit $^1/_{10}$ Normalalkalilauge unter Benutzung des Phenolphthaleins als Indikator und

e) der Nachweis von Konservierungsmitteln, der ähnlich wie beim Fleisch geführt wird.

2. Wein.

Die frühere, für die Untersuchung des Weines herausgegebene Anweisung des Bundesrats zur chemischen Untersuchung des Weines vom 25. Juni 1896 ist, weil teilweise veraltet, einer Neubearbeitung unterzogen worden. Ihre Veröffentlichung dürfte demnächst zu erwarten sein.

Von wichtigeren Untersuchungen seien genannt: a) Die annähernde Bestimmung des Zucker- bzw. Extraktgehaltes in süßen Mosten aus dem spezifischen Gewicht.

b) Die Bestimmung des Alkoholgehaltes des Weins aus dem spezifischen Gewicht des auf die ursprüngliche Menge des angewandten Weines mit destilliertem Wasser aufgefüllten Destillates (Alkoholtafel nach Windisch).

c) Die Bestimmung der Gesamtsäure. Sie wird durch Titration mit $^1/_4$ Normal-Alkalilauge in der heißen Flüssigkeit gegen Lackmus als Indikator (Tüpfelmethode) festgestellt und auf 100 ccm Wein als Weinsteinsäure berechnet.

d) Die Bestimmung des Zuckers im Wein. Sie wird gewichtsanalytisch mit Fehlingscher Lösung oder durch Prüfung der Polarisation ausgeführt.

e) Der Zusatz von Teerfarbstoffen wird durch Ausschütteln des Weines mit Äther, Anstellen der sog. „Wollprobe“ u. a. bestimmt.

f) Der Gehalt an schwefliger Säure wird durch Abdestillieren des mit Phosphorsäure angesäuerten Weines im Kohlensäurestrom in eine Vorlage mit Jodjodkalium und gewichtsanalytische Bestimmung der entstandenen Schwefelsäure festgestellt:



$$H_2SO_3 + J_2 + H_2O = H_2SO_4 + 2\ HJ.$$

g) Die Prüfung auf Konservierungsmittel, unter welchen Salicylsäure, Borsäure, Naphtholdisulfonsäure (Abrastol) usw. in Frage kommen, erfolgt zum Teil ähnlich wie beim Fleisch.

3. Branntwein.

Die Untersuchung erstreckt sich u. a. auf die Bestimmung des Alkoholgehaltes, ähnlich wie beim Wein oder auch direkt mit dem Alkoholometer, die Bestimmung des Fuselölgehaltes im Apparat nach Röse - Herzfeld - Windisch (Ausschütteln mit Chloroform; Benutzung einer besonderen Tabelle).

Im übrigen kann hygienisch noch von Interesse sein der Blausäurenachweis (z. B. im Kirschwasser), der Nachweis von Methylalkohol (Überführung des Methylalkohols durch Oxydation in Formaldehyd und Nachweis desselben mit fuchsinschwefliger Säure oder mit salzsaurem Morphin und Pyridinbasen (Vergällungsmittel) und der Nachweis von Branntweinschärfen.

6. Alkaloidhaltige Genußmittel.

Nahrungsmittelchemische Untersuchungen des Kaffees erstrecken sich auf den Nachweis künstlicher Färbung, von Glasurmitteln, des Koffeingehaltes. Durch mikroskopische Untersuchung läßt sich die Verfälschung des Kaffeepulvers durch andere Bestandteile bei genügender Übung feststellen. Die gleichen Untersuchungen kommen beim Tee in Frage.

Beim Kakaopulver ist außerdem die Feststellung des Fettgehaltes (Ätherextrakt) wichtig, ferner (mikroskopisch) die Beimengung von stärkemehlhaltigen Stoffen, Kakaoschalen usw.

Beim Tabak kann es sich um die Feststellung des Nikotingehaltes und (mikroskopisch) von Surrogaten (Huflattichblätter, Runkelrübenblätter u. a.) handeln.

Näheres über alle diese Untersuchungen findet sich in den nachstehend angeführten nahrungsmittelchemischen Werken.

Literatur[1]).

Abderhalden, Lehrbuch der physiologischen Chemie. 3. Aufl. 1915.

Abderhalden und Schaumann, Beitrag zur Kenntnis von organischen Nahrungsstoffen mit spezifischer Wirkung. Pflügers Archiv. 172. Bd. (1918).

[1]) Die Literatur über Wasser und Abwasser ist am Schlusse des sechsten Abschnitts aufgeführt.

Barthel, Die Methoden zur Untersuchung von Milch und Molkereiprodukten. 2. Aufl. 1911.
Bau, Bierbrauerei. 1911.
Beythien, Nahrungsmittelverfälschung. 1910.
Beythien, Hartwich, Klimmer, Handbuch der Nahrungsmitteluntersuchung. 1912.
v. Buchka, Das Lebensmittelgewerbe. 1914/16.
v. Buchka, Kerp, Paul, Nahrungsmittelchemie in Vorträgen. 1914.
Bujard und Baier, Hilfsbuch f. Nahrungsmittelchemiker. 3. Aufl. 1911.
Cohnheim, Die Physiologie der Verdauung und Ernährung. 1908.
Entwürfe zu Festsetzungen über Lebensmittel, herausgegeben vom Kais. Gesundheitsamt. Heft 1—6. Berlin 1912/15.
Fleischmann, Lehrbuch der Milchwirtschaft. 5. Aufl. 1915.
Göttsche, Die Kältemaschinen und ihre Anlage. 5. Aufl. 1912/15.
Gottstein, Volksspeisung in Weyls Handbuch der Hygiene. 2. Aufl. 1918.
Griesbach, Die Physiologie und Hygiene der Ernährung. 1915.
Gruber, Der Alkoholismus. 1911.
Günther, Der Wein in v. Buchkas: Das Lebensmittelgewerbe. Bd. II.
Hofmeister, Über qualitativ unzureichende Ernährung. Ergebn. d. Physiol. 1918.
Hoppe, Die Tatsachen über den Alkohol. 4. Aufl. 1912.
Hübener, Fleischvergiftungen und Paratyphusinfektionen. 1910.
Jürgensen, Kochlehrbuch und praktisches Kochbuch für Ärzte. 1910.
König, Untersuchung von Nahrungs-, Genußmitteln und Gebrauchsgegenständen. 3 Teile. 4. Aufl. 1910/18.
Derselbe, Untersuchung der landwirtschaftlich und gewerblich wichtigen Stoffe. 4. Aufl. 1911.
Kraus, Nahrungsmittelchemie und Nahrungsmittelkontrolle. 1911.
v. Leyden, Handb. d. Ernährungstherapie. 2. Aufl. 1. Bd. 1903.
Lorentzen, Über die Schäden und die Bekämpfung des Alkoholmißbrauchs vom Standpunkt der öffentlichen Gesundheit. Deutsche Viertelj. f. öff. Gespfl. 46. Bd. 1914.
Lusk, Ernährung und Stoffwechsel. 2. Aufl. 1910.
Mansfeld, Die Untersuchung der Nahrungs- und Genußmittel. 3. Aufl. 1918.
Mayer, Massenerkrankungen durch Nahrungs- und Genußmittel. Deutsche Vierteljahrsschr. f. öff. Gespfl. 1913.
Mayrhofer, Nahrungs- und Genußmittel im Handbuch der Hygiene von Rubner-v. Gruber-Ficker. 1. Bd. 1911.
Milchmerkblatt, bearbeitet im Kais. Gesundheitsamte.
Mohr und Beuttenmüller, Die Methodik der Stoffwechseluntersuchungen 1911.
Neßler-Windisch, Die Bereitung, Pflege und Untersuchung der Weine. 1908.
v. Ostertag, Handbuch der Fleischbeschau. 6. Aufl. 1910/1913.
Port, Hygiene der Zähne und des Mundes. 1902.
Röhmer, Über Konservierung von Nahrungs- und Genußmitteln. Vierteljahrsschr. f. ger. Medizin. 56. Bd. 1918.
Roland, Unsere Lebensmittel. 1917.
Rost, Die Haltbarmachung des Fleisches in Lafars Handbuch der Technischen Mykologie. 1. Aufl. 2. Bd. 1907.
Rubner, Die Lehre vom Kraft- und Stoffwechsel und von der Ernährung. Handb. d. Hyg. v. Rubner-v. Gruber-Ficker. 1. Bd. 1911.
Derselbe, Wandlungen in der Volksernährung. 1913.
Schumburg, Hygiene der Einzelernährung und Massenernährung in Weyls Handb. d. Hyg. 2. Aufl. 3. Bd. 1913.
Schwarz-Heiß, Bau, Einrichtung und Betrieb öffentlicher Schlacht- und Viehhöfe. 4. Aufl. 1912.
Schmitthenner, Weinbau und Weinbereitung. 1910.
Thomas, Nahrung und Ernährung. 1914.
Trier, Vorlesungen über die natürlichen Grundlagen des Alkoholismus. 1918.
Weigmann, Mykologie der Milch. 1911.

Vierter Abschnitt.

Die Hygiene der Sinnesorgane und die Körperpflege.

I. Allgemeine Vorbemerkungen.

Die Energieäußerungen des menschlichen Organismus, deren Größe sich u. a. kalorimetrisch feststellen läßt, sind am geringsten im Zustande körperlicher Ruhe und im Hungerzustande. Arbeit, d. h. die körperliche Arbeit, steigert den Gesamtstoffwechsel. Ein Einfluß der geistigen Arbeit auf den Stoffwechsel hat sich dagegen bisher mit Sicherheit mittels der üblichen Methoden nicht nachweisen lassen.

Ohne gleichzeitige Funktion der Sinnesorgane ist Arbeit nicht denkbar. Tastempfindungen, Gesichtsempfindungen und Gehörsempfindungen lösen in erster Linie Energieäußerungen des Organismus aus, welche durch den Verstand ihre Richtung erhalten. Daneben kann auch ohne Anregungen durch die auffassenden Sinnesorgane der Wille aus sich heraus Arbeitsleistungen hervorbringen. Eine möglichst gleichmäßige harmonische Betätigung aller Organe ist zweifellos vom hygienischen Standpunkt aus erwünscht, jedoch zwingt das Leben dem Menschen zumeist eine mehr oder minder einseitige Tätigkeit auf. Der eine, z. B. der landwirtschaftliche Arbeiter, regt fast ausschließlich die Muskulatur, der andere, z. B. der Gelehrte, strengt fast ausschließlich das Gehirn an. Dazwischen steht die große Masse derer, die nach beiden Seiten hin tätig sind, wenn auch mit Überwiegen der einen Richtung.

Die körperliche Arbeit steigert den Gaswechsel (Kohlensäureproduktion) und die Wärmeerzeugung. Die Kohlensäure wird hauptsächlich aus den stickstofffreien Körperbestandteilen gebildet; der Muskel nützt die freiwerdende chemische Energie sehr gut aus. Etwa ein Drittel[1]) derselben erscheint als mechanische Arbeit.

Körperliche Anstrengungen Gesunder werden im allgemeinen vom hygienischen Standpunkt aus für zweckmäßig erachtet und Schädigungen werden nur dann gesehen, wenn die Muskelarbeit ganz ungewöhnlich und oft in die Höhe getrieben wird. Dann kann es zur Herzdilatation, zu Stauung in den Nieren (Albuminurie), Steigerung der Eigentemperatur (Hitzschlag) und anderen Schädigungen kommen. Umgekehrt führt mangelnde Betätigung der Muskulatur zu einer Inaktivitätsatrophie derselben.

---

[1]) Bei der Dampfmaschine höchstens 14%, der Rest geht als Wärme fort.

Durch langsames und vorsichtiges Üben kann die Leistungsfähigkeit des Muskelsystems erheblich gesteigert werden, ohne daß schädliche Nebenwirkungen auftreten. Mit erlangter Übung wird der Kraftaufwand zur Erlangung bestimmter Ziele geringer, weil die Muskulatur geschickter und wirtschaftlicher arbeitet. Das bekannte „Taylor-System" sucht die menschliche Arbeitskraft möglichst haushälterisch zu verwerten.

Turnen und Gymnastik, soweit sie sich von Übertreibungen fernhalten, sind ein ausgezeichnetes Mittel zur gleichmäßigen Durchbildung des ganzen Körpers. Der eigentliche Sport, insofern er zum ausgesprochenen Wettkampf wird, ist dagegen mehr vom erzieherischen als hygienischen Standpunkt aus zu begrüßen, da bei ihm Überanstrengungen der Organe schwer vermeidbar sind. Der Ausübung des Sports muß wenigstens stets ein langsames und systematisches „Üben" vorausgehen, soll es nicht zu ernsteren Gesundheitsstörungen kommen.

Unter geistiger Arbeit verstehen wir die Umbildung von Sinneseindrücken in neue Formen und Darstellungen, sowie die Schöpfung neuer Gedanken aus den vorhandenen Vorstellungen, Begriffen und Erinnerungsbildern, welche durch das Gedächtnis fixiert sind.

Die geistige Leistungsfähigkeit eines Menschen ist für seine Existenz noch wichtiger als die körperliche. Das geistige Kapital zu schonen und tunlichst zu mehren, die geistigen Fähigkeiten zu entwickeln und zu üben ist daher von mindestens der gleichen Bedeutung, wie die Erhaltung und Stärkung der körperlichen Kraft und Geschicklichkeit. Wie bei den körperlichen Leistungen bedürfen wir bei den mehr intellektuellen Tätigkeiten in hervorragendstem Maße der Hilfe der Sinnesorgane; aber während dieselben bei der vorwiegend körperlichen Arbeit, abgesehen von gewissen Beschäftigungen in der Industrie, selten eine Überanstrengung erfahren, leiden sie bei der vorwiegend geistigen Arbeit nur zu häufig durch zu starke Inanspruchnahme, welche rückwirkend das ganze Zentralnervensystem ungünstig beeinflussen kann.

Die Nervenhygiene ist daher in der heutigen Zeit eines der wichtigsten Kapitel der Gesundheitspflege geworden.

Die Zellen der Großhirnrinde sind der Sitz der psychischen Funktionen, der Intelligenz. Die Großhirnrinde enthält sowohl Zentren für die bewußten Sinnesempfindungen (Gefühl, Gesicht, Gehör, Geruch) als auch für die willkürlich ausgeführten Bewegungen, ferner Assoziationszentren.

Eine Reihe wichtiger anderer Zentren für unbewußte Bewegungen liegt im verlängerten Mark, im Kleinhirn, in der Brücke, den Vierhügeln usw.

Die Funktion des Gehirns ist gänzlich abhängig von der Blutversorgung. Unterbrechung derselben hat sofortige Funktionsstörung zur Folge.

Gewisse Affekte (Schreck, Unlustempfindungen) wirken verengernd, andere, wie die Lustempfindungen, erweiternd auf die Gehirngefäße.

Reflexe sind unwillkürliche Übertragungen eines Reizes von einer zentripetal leitenden Nervenfaser auf eine zentrifugal leitende. Reflexzentren liegen sowohl im Gehirn wie im Rückenmark.

Die natürliche Reaktion auf die Arbeit ist die Ermüdung und zur Beseitigung derselben ist das richtige Mittel allein die Ruhe. Die geistige Tätigkeit ist als ein Dissimilationsvorgang in den Ganglienzellen aufzufassen, welchem während der Erholung und des Schlafes ein Assimilationsvorgang folgt.

Solange Arbeit und Ruhe im richtigen Verhältnis zu einander stehen, sind Schädigungen des Nervensystems bei von Haus aus gesunden Personen ausgeschlossen, auch vorübergehende Störungen dieses Gleichgewichts vermögen einen ernstlichen Schaden nicht anzurichten. Dagegen

führt länger anhaltende Überarbeitung und dauernder Ruhemangel zu einer Schwächung des Nervensystems. Dabei ist zu bemerken, daß eine physiologisch zureichende Erholung nur der Schlaf gibt und daß ein Ersatz des Schlafes durch sog. leichtere Beschäftigung, Zerstreuung usw. nicht erreicht wird. Der Umstand, daß aus äußeren Gründen dem Ruhebedürfnis nicht immer nachgegeben werden kann, führt zur Anwendung von Nervenreizmitteln, über welche im Abschnitt Genußmittel eingehender gesprochen worden ist.

Arbeitskraft und Ruhebedürfnis sind allerdings individuell verschieden, so daß man allgemein gültige Zahlen, z. B. für die Länge des notwendigen Schlafes, nicht aufstellen kann. Als durchschnittliche Schlafzeit werden für den Erwachsenen 7—8 Stunden zu fordern sein. Körperliche und geistige Arbeit ergänzen sich zwar in einer dem Organismus zuträglichen Weise, heben aber nicht etwa die aus der betreffenden Arbeit herrührende Ermüdung wechselweise auf. Die sog. Erholung von der einen Arbeitsart durch die andere ist in der Hauptsache bedingt durch die gebotene Abwechslung der arbeitenden Organe. Auch bei der geistigen Arbeit ist die Übung ein wichtiger Faktor ebenso wie die Fähigkeit der Konzentration, d. h. die Anspannung der Aufmerksamkeit auf die zu bearbeitende Aufgabe.

Bei langdauernder Störung des normalen Wechselverhältnisses zwischen Arbeit und Ruhe, sei dieselbe nun bedingt durch eine absolut zu große Arbeitsleistung, eine ihrer Art nach für den betreffenden zu schwierige Arbeit oder durch eine unzweckmäßige Verteilung der Arbeit (z. B. durch Einrichtung zu langer Arbeitsperioden) kann es, namentlich beim Hinzutreten anderer ursächlicher Momente, wie unzweckmäßige Ernährung, verkehrte Körperpflege, Mißbrauch von Genußmitteln, gemütliche Erregungen usw. zu funktionellen Erkrankungen des Nervensystems kommen, bei psychopathisch veranlagten Personen natürlich leichter als bei völlig gesunden. Bekanntlich ist die Neurasthenie die Hauptform, in welcher sich, namentlich beim Großstadtmenschen, die Störung des Nervensystems zeigt, charakterisiert durch die abnorme Herabsetzung der Reizschwelle der Sinnesorgane, die schnelle Erschöpfbarkeit, das Auftreten von Unlustgefühlen, Angstzuständen, Zwangsvorstellungen usw.

Gegen gewisse Sinneseindrücke, z. B. Geräusche, kann die abnorme Empfindlichkeit besonders groß werden. Zweifellos ist auch als ätiologisches Moment für das Entstehen einer Neurasthenie neben der Überarbeitung oft der unaufhörliche Ansturm von Schall- und Lichtreizen verantwortlich zu machen, welcher namentlich den Großstädter fast ständig bedrängt.

In den gewerblichen Betrieben können Vergiftungen, z. B. mit Kohlenoxydgas, Schwefelkohlenstoff, Blei, Quecksilber usw. die Veranlassung zu nervösen Störungen werden. Auch an die nach gewissen Infektionskrankheiten (Influenza, Typhus u. a.) zurückbleibenden nervösen Krankheiten mag hier erinnert werden, desgleichen an diejenigen, welche zur Zeit der Entwicklung (Pubertät) und Rückbildung (Klimakterium) auftreten.

Die Prophylaxe der Nervosität ist ohne weiteres bei Berücksichtigung der Ätiologie gegeben; die ererbte Veranlagung durch rassenhygienische Bestrebungen zu beseitigen, ist eine zurzeit praktisch noch wenig aussichtsvolle Aufgabe. Hauptsächlich wird es darauf ankommen, Arbeit und Ruhepausen, Tätigkeit und Erholung zueinander in das richtige

Verhältnis zu bringen, und ein Übermaß von Reizen, seien sie physikalischer (akustischer, optischer), chemischer (Genußmittel) oder psychischer Natur fernzuhalten.

Leider ist der Schutz, welchen die Gesetze gegen Schädigungen aller dieser Art bieten, ein noch sehr unvollkommener. (Vgl. S. 342.) Zwar sind auf dem Gebiete der Gewerbehygiene eine Reihe von Bestimmungen getroffen, welche eine gewisse vorbeugende Wirkung haben können (vgl. den § 16 der Gewerbeordnung für das Deutsche Reich), im übrigen aber ist es meist Sache des einzelnen, sich in dieser Beziehung nach Möglichkeit zu sichern (vgl. die §§ 906 u. 907 des B.G.B.). Auf gewisse Schutzmaßregeln auf schulhygienischem und wohnungshygienischem Gebiet wird an anderer Stelle einzugehen sein.

Die Sinnesorgane stellen die Brücke dar, durch welche unser Organismus mit der Außenwelt verbunden ist. Sie nehmen die ihnen zugehenden Reize physikalischer und chemischer Natur auf und leiten sie durch den betreffenden Nerven dem Gehirn zu, wo sie psychisch verarbeitet werden. Die Sinnesnerven haben eine spezifische Energie; welcher Art der Reiz auch sei, der sie trifft, der Effekt ist immer der nämliche, d. h. eine spezifische Sinnesempfindung. Ausnahmen machen nur die den Geruch und Geschmack vermittelnden Nerven, deren Reizung nur auf chemischem Wege erfolgt. Damit eine Empfindung überhaupt zustande kommen kann, muß der Reiz eine gewisse Größe haben. Der kleinste, noch eine Sinnesempfindung oder Reflexerscheinung auslösende Reiz heißt die Reizschwelle. Von den Sinnen (Geruchssinn, Geschmackssinn, Tast-, Wärme-, Kälte- und Schmerzempfindungssinn, Gesichtssinn und Gehörssinn) sind Gesichtssinn und Gehörssinn hygienisch am wichtigsten.

Als Wächter für die Gesundheit dienen zwar alle Sinnesorgane, indessen erheischen sie eine verschiedene Pflege und Schonung je nach dem Grade ihrer Empfindlichkeit, ihrer Kompliziertheit und ihrer Lage. Manche Sinne, wie der Geruchs- und Geschmackssinn, sind bei vielen Menschen in bedauerlicher Weise verkümmert, so daß sie für die betreffenden an Bedeutung verloren haben.

II. Hygiene des Gesichtssinnes.

A. Physiologische Vorbemerkungen.

Das Auge (Abb. 124) ist einer photographischen Kamera vergleichbar, deren lichtempfindliche Platte die Zapfen- und Stäbchenschicht der Netzhaut darstellt. An der Eintrittsstelle des N. opticus fehlen Stäbchen und Zapfen und diese Stelle ist daher optisch unerregbar („blinder Fleck"), bei binokularem Sehen wird dieser Ausfall aber durch das andere Auge kompensiert.

Mit dem schärfsten Sehvermögen ist dagegen die sog. Fovea centralis der Netzhaut ausgestattet. Sie enthält nur Zapfen und keine Stäbchen. Wenn wir ein Objekt fixieren, so richten wir es so ein, daß seine Bildpunkte in die Fovea centralis fallen. Die Netzhaut enthält den als Sehrot oder als Sehpurpur bezeichneten Farbstoff, welcher unter der Einwirkung weißen oder grünen Lichtes ausbleicht, um sich mit Hilfe des Blutkreislaufs wieder zu regenerieren.

Der dioptrische Apparat des Auges besteht aus Hornhaut, Kammerwasser, Linse und Glaskörper. Die Hornhaut beeinflußt den Strahlengang nicht wesentlich, wohl aber die Linse, deren Brechungsindex 1,43 und Kammerwasser und Glaskörper, deren Brechungsindex 1,34 beträgt. Im Ruhezustand ist das normale Auge auf unendlich weitgelegene Objektpunkte eingestellt, deren Bildpunkte

sich dann auf der Netzhaut zu einem scharfen Bilde vereinigen. Um von einem näher gelegenen Objekt ein scharfes Bild auf der Netzhaut zu erzielen, muß die Brechkraft des optischen Apparates im Auge vermehrt werden. Dies geschieht (Abb. 125) durch stärkere Krümmung der in der Linsenkapsel ausgespannt hängenden Linse (Akkommodation). Eine Kontraktion des M. tensor chorioideae (Akkommodationsmuskel) entspannt die Linsenkapsel und gestattet daher der Linse, sich, ihrer natürlichen Elastizität entsprechend, stärker zu wölben. Es können auf diese Weise vom normalen jugendlichen Auge noch Gegenstände, die nur 12 cm weit entfernt sind, durch Anspannung der Akkommodation scharf erkannt werden. Mit zunehmendem Alter (jenseits des 30. Lebensjahres) verliert die Linse mehr oder weniger ihre Elastizität und damit geht auch die Fähigkeit der Akkommodation zurück (Alterssichtigkeit).

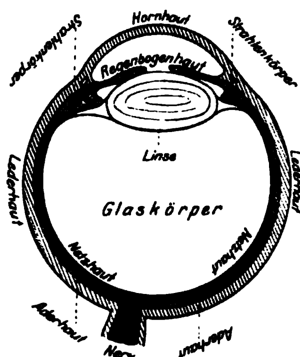


Abb. 124. Schnitt durch das Auge.

Die Iris (Regenbogenhaut) wirkt als verstellbare Blende und reduziert zu große in das Auge fallende Lichtmengen durch automatische Verengerung auf ein erträgliches Maß. Sie verschärft auch das Bild auf der Netzhaut durch Abblendung der Randstrahlen.

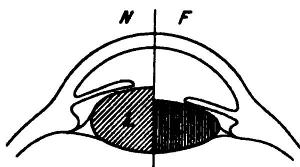


Abb. 125. Einstellung der Linse (L) auf die Nähe (N) und die Ferne (F). (Nach v. Sicherer.)

Die Erkennbarkeit eines Objektes ist bedingt 1. durch normale Brechungs- und Akkommodationsverhältnisse des Auges, 2. durch die Größe des erzeugten Bildes auf die Netzhaut und 3. durch die Sehschärfe.

Alle Bildpunkte, welche in der Fovea centralis der Netzhaut einen Abstand von nur 4 μ und weniger voneinander haben, werden nicht mehr als Einzelpunkte wahrgenommen, d. h. die entsprechenden Objektpunkte werden nicht mehr optisch aufgelöst. Praktisch nimmt man an, daß zwei Objektpunkte von einem normalen Auge nur noch dann getrennt wahrgenommen werden können, wenn sie unter einem Gesichtswinkel von mindestens 1 Minute erscheinen. Diese Annahme bildet die Grundlage für die Snellenschen Sehproben für die Sehschärfeprüfung. Die Linien der Snellenschen Zeichen sind so dick gewählt, daß sie bei den geforderten Entfernungen unter einem Winkel von 1 Minute erscheinen, das ganze Zeichen dagegen unter einem Winkel von 5 Minuten. Bildet man einen Quotienten, dessen Nenner die Zahl von Metern enthält, in welcher das Zeichen normalerweise optisch aufgelöst werden soll, und in dessen Zähler die Meterzahl gesetzt wird, bei welcher die Auflösung tatsächlich erfolgt, so ergibt dies einen Ausdruck für die Größe der Sehschärfe. Wird z. B. die Snellensche Probe Nr. XII statt in 12 m erst in 6 m Entfernung gelesen, so besteht eine Sehschärfe von nur $^6/_{12} = ^1/_2$. Bei mangelhafter Beleuchtung der Objekte geht die Sehschärfe stark zurück.

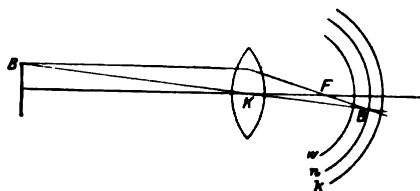


Abb. 126. Refraktionsanomalien des Auges.

w = Weitsichtigkeit. B = Bildpunkt.
n = Normalsichtigkeit. F = Brennpunkt.
k = Kurzsichtigkeit. K = Knotenpunkt.

Sehschärfe und Refraktion (Strahlenbrechung) sind naturgemäß zwei verschiedene Dinge. Vor Prüfung der Sehschärfe sind daher erst etwaige Refraktionsanomalien durch Aufsetzen entsprechender Brillengläser so weit als möglich zu korrigieren.

Bei normaler Refraktion (Emmetropie) vereinigen sich die Bildpunkte eines fern gelegenen Objektes zu einem scharfen Bilde auf der Netzhaut (Abb. 126, B auf n), bei dem kurzsichtigen Auge (Myopie) fallen sie vor die Netzhaut (k) und bei dem weitsichtigen Auge (Hypermetropie) fallen sie hinter die Netzhaut (w). d. h. daskurzsichtige Auge ist im allgemeinen zu lang, das weitsichtige Auge zu kurz

gebaut. Ist die Hornhaut in verschiedenen Meridianen erheblich verschieden stark gekrümmt, so spricht man von regulärem Astigmatismus (der durch den Bau der Linse bedingte sog. irreguläre Astigmatismus geringen Grades findet sich in allen Augen).

Unter erheblichem Astigmatismus (meist ist die Krümmung im vertikalen Meridian am stärksten) leidet die Sehschärfe.

Astigmatismus, Weitsichtigkeit und seltene Fälle hochgradiger Kurzsichtigkeit sind häufig angeboren (erblich). Um die Pubertätszeit herum entwickelt sich außerdem sehr häufig Kurzsichtigkeit mittleren Grades (vgl. Schulhygiene). Auch hier spielt die Erblichkeit wenigstens eine gewisse Rolle (Disposition).

Die Korrektion der Kurzsichtigkeit muß durch Konkavgläser, welche die Brechkraft der Linse verringern, die Korrektion der Weitsichtigkeit (ebenso wie der Alterssichtigkeit) durch die Brechkraft der Linse verstärkende Konvexgläser erfolgen. Die Korrektion des Astigmatismus erfolgt durch zylindrische Gläser. Aus hygienischen Gesichtspunkten ist überall und möglichst frühzeitig eine volle Korrektion der Refraktionsanomalie durch Brillen anzustreben.

Als Maß für die Brechkraft der Linsen (Gläser) dient die Angabe der Dioptrien (dptr.). Unter 1 Dioptrie versteht man die Brechkraft einer Linse, deren Hauptbrennweite 1 m beträgt, unter 2 Dioptrien die Brechkraft einer Linse von $^1/_2$ m Brennweite usw. Ein vorgesetztes + Zeichen bedeutet Sammel (Konvex-), ein vorgesetztes — Zeichen zerstreuende (Konkav-) Gläser. Zur Umrechnung von Dioptrien in das vielfach noch gebräuchliche Zollmaß dividiert man die Dioptrienzahl in 40, z. B. 8 Dioptrien $= \frac{40}{8} = 5$.

B. Licht und Beleuchtung.

Das Licht ist eine Form der strahlenden Energie, welche sich eingliedert in die lange Reihe von Strahlen mit Wellennatur, beginnend mit den Röntgenstrahlen und endigend mit den riesigen elektrischen Wellen der Funkentelegraphie.

Unsere gebräuchlichsten Lichtquellen beruhen auf hoher Erhitzung der Leuchtsubstanz. Sie sind „Temperaturstrahler". Demgegenüber steht das kalte Leuchten oder das Leuchten infolge „Luminiszenz", wie wir es bei gewissen leuchtenden lebenden Organismen (Leuchtkäfern, gewissen Bakterien usw.) oder bei dem Leuchten der Gase in den Geißlerschen Röhren und beim „Moore-Licht" vor uns haben. Feste Substanzen müssen über 500° C erhitzt werden, um für das Auge zu leuchten. Unter dieser Temperatur fühlen wir nur die unsichtbare Wärmestrahlung. Das zunächst dunkelrote Leuchten wird bei etwa 1000° zu gelbem, bei über 1500° zu weißem Lichte. Die Temperatur der Kerze beträgt etwa 1500°, die des Kohlenfadens in der elektrischen Glühlampe etwa 2000°, die des leuchtenden Wolframdrahtes etwa 2200°, die des Flammenbogens der elektrischen Bogenlampe etwa 4000°. Die Temperatur der Sonne wird auf rund 6000° angenommen.

Träger der Lichtbewegung ist der hypothetische Lichtäther. Die Lichtstärke wird durch die Schwingungsweite der Wellen bedingt, die Wellenlänge bestimmt den Charakter (bei den sichtbaren Strahlen die Farbe) der Strahlung.

Die Zusammenstellung in der folgenden Tabelle unterrichtet über die wesentlichsten Gruppen der Wellenstrahlen.

Zusammenstellung der Strahlenarten mit Wellennatur.

Elektromagnetische Wellen (Hertzsche Wellen 1888; Wellen der Funkentelegraphie)	Länge der Wellen: 2 mm bis mehrere 1000 m
Ultrarote Strahlen etwa	300 000—810 μμ [1]).
Sichtbare Strahlen	810—360 μμ
Rot (A—C) [2])	810—647 μμ
Gelbrot-Gelb (D)	647—535 μμ
Grün (E)	535—492 μμ
Blau (F, G)	492—424 μμ
Violett (H, J)	424—360 μμ
Ultraviolette Strahlen [3])	360—100 μμ
Werden von Glas absorbiert [4])	300—100 μμ
„ „ Uviolglas absorbiert	250—100 μμ
„ „ Quarz absorbiert	200—100 μμ
Röntgenstrahlen (1895) etwa	1 μμ.

Folgende physikalische Tatsachen mögen dabei in die Erinnerung zurückgerufen werden.

Die Strahlen nach dem roten Ende des Spektrums hin und über dasselbe hinaus zeichnen sich durch Wärmewirkung aus, die kurzwelligen, nach dem violetten Ende des Spektrums hin und über dasselbe hinaus gelegenen durch chemische Wirkungen.

Alle leuchtenden festen Körper liefern kontinuierliche Spektren, die sich mit steigender Temperatur des leuchtenden Körpers (vgl. die verschiedenen Lampentypen) nach der ultravioletten Seite hin weiter ausdehnen. Auch die einfache leuchtende Gasflamme, ferner Kerze und Petroleumlicht liefern ein kontinuierliches Spektrum, weil es glühende feste Kohleteilchen sind, die das Licht bei diesen Flammen aussenden. Dagegen liefern leuchtende Gase (z. B. Quecksilberdampflicht) ein Linienspektrum.

Das Sonnenlicht besitzt, da die Sonne aus einem weißglühenden festen Kern und einer diesen umgebenden Metalldampfatmosphäre besteht, beide Spektren. Nur erscheinen die den betreffenden glühenden Gasen zugehörigen Linien des Emissionsspektrums dunkel durch Kontrastwirkung zum hellen Spektrum des heißen festen Körpers (Fraunhofersche Linien).

Hygienisch und wirtschaftlich von Bedeutung sind bei der Beleuchtung folgende Eigenschaften der Lichtquellen:

1. Intensität (Lichtstärke, Leuchtkraft).
2 Farbe.
3. Flächenhelligkeit (Glanz).
4. Verbrennungsprodukte.
5. Wärmeproduktion.
6 Gefahren.
7. Kosten.

Als Vergleichseinheit für die Lichtstärke benutzt man in Deutschland die Hefner-Alteneckسche Normalkerze, gewöhnlich kurz mit HK. bezeichnet. Sie besteht aus einem durch Amylazetat gespeisten Lämpchen mit einem Docht von 8 mm Durchmesser und einer Flammenhöhe von 40 mm. Früher wurde eine nach besonderen Vorschriften hergestellte Paraffinkerze (sog. Vereinskerze) als Vergleichseinheit benutzt, die etwas lichtstärker war (1 Vereinskerze = 1,2 HK.). In der Beleuchtungstechnik unterscheidet man die Lichtstärke einer Lampe in der horizontalen Ebene (mittlere horizontale Lichtstärke) und die mittlere

[1]) Millionstel Millimeter.
[2]) Bezeichnung der in das Gebiet fallenden Fraunhoferschen Linien.
[3]) Das ultraviolette Ende des Sonnenspektrums liegt bei 295 μμ.
[4]) Als besonders bakterizid gelten die Strahlen unter 270 μμ.

untere hemisphärische Lichtstärke. Durch Eintragung der in verschiedener Richtung gemessenen Werte in ein Polarkoordinatensystem bekommt man eine Darstellung der Lichtverteilung durch die betreffende Lampe.

Wohl zu unterscheiden von der Lichtstärke ist die Beleuchtung oder Beleuchtungsstärke. Stellt man in einem dunklen Raum einem Hefner-Alteneckschen Normallämpchen eine weiße Fläche in einem Meter Entfernung senkrecht gegenüber, so beträgt die auf dieser Fläche durch das Lämpchen erzeugte Helligkeit eine Meterkerze oder ein „Lux". Diese Vergleichseinheit ist hygienisch besonders wichtig. Da das Licht nicht immer gleichmäßig zusammengesetzt ist, mißt man die Helligkeit häufig in zwei verschiedenen Farben (grün und rot) und setzt den Quotienten Grün-Rot entsprechend in Rechnung. Die Sehschärfe ist nicht für alle Teile des Spektrums gleich groß. Wahrscheinlich liegt der Höchstwert der Empfindlichkeit des Auges etwa bei der Wellenlänge von 550 $\mu\mu$, d. h. im gelb-grünen Teile des Spektrums. Lichtquellen, bei welchen der violette Teil des Spektrums überwiegt, würden dann hinsichtlich der Sehschärfe etwas schlechter wirken als solche mit größerem Reichtum an roten Strahlen, gleiche photometrische Helligkeit vorausgesetzt[1]).

Die Lichtintensität nimmt umgekehrt mit dem Quadrate der Entfernung von der Lichtquelle ab.

Die Farbe des Lichts wird bedingt durch seine spektrale Zusammensetzung. Dieselbe ist zum Teil abhängig von der Höhe der Temperatur des strahlenden Körpers. Im allgemeinen wird bei gleicher Helligkeit Licht mit Vorwiegen der Strahlen nach dem roten Teile des Spektrums hin angenehmer empfunden, als Licht, in welchem die chemisch wirkenden Strahlen vorherrschen. Über die Bedeutung der nicht sichtbaren ultravioletten Strahlen für die Augenhygiene wird unten noch zu sprechen sein.

Mit der Steigerung der Temperatur der Lichtquelle wächst zugleich die sog. Flächenhelligkeit oder der Glanz des Lichtes. Von einer gewissen Größe an erzeugt sie unangenehme Blendungserscheinungen. Die Flächenhelligkeit wird ausgedrückt in Hefnerkerzen für den Quadratzentimeter der leuchtenden Fläche.

Da wir beim Arbeiten, z. B. beim Lesen und Schreiben, meist auf reflektiertes Licht angewiesen sind, so ist es klar, daß nicht allein die Beschaffenheit der eigentlichen Lichtquelle, sondern mindestens in gleichem Maße auch die Beschaffenheit des beleuchteten Gegenstandes für die Augenhygiene von Bedeutung ist.

Eine Verunreinigung der Luft kann natürlich nur von solchen Lichtquellen ausgehen, zu welchen die Luft freien Zutritt hat.

Hygienisch wichtig ist schließlich die Wärmeproduktion der Beleuchtungsquellen und zwar sowohl die Gesamtwärmeproduktion wie die Menge der in Form von Strahlung abgegebenen Wärme. Mit Verschiebung des Spektrums nach der violetten Seite, wie wir sie bei unseren modernen hochtemperierten Leuchtkörpern beobachten, sinkt im allgemeinen auch die Wärmeproduktion. Bildung von Wärme und ultravioletten Strahlen stehen also gewöhnlich im umgekehrten Verhältnis zueinander.

[1]) In der Beleuchtungstechnik wird auch noch der Begriff des Lichtstromes, d. h. derjenigen Lichtmenge, welche eine Lichtquelle auf eine geschlossene, sie umgebende Fläche sendet, verwendet.

Bevor auf die etwaigen schädlichen Nebenwirkungen der einzelnen Beleuchtungsarten eingegangen wird, empfiehlt es sich, sie zunächst kurz zu beschreiben. Dabei werden die vorstehend erwähnten Eigenschaften des Lichtes jeweils berücksichtigt werden.

C. Die verschiedenen Arten der Beleuchtung.

1. Beleuchtung mittels Tageslichtes.

In Betracht kommt gewöhnlich nur das reflektierte oder zerstreute Sonnenlicht.

Die Helligkeit des Sonnenlichtes schwankt innerhalb großer Breiten, d. h. je nach dem Stand der Sonne und der jeweiligen Beschaffenheit der Atmosphäre zwischen einigen wenigen und tausenden von Meterkerzen. So beträgt z. B. die Helligkeit bei Dämmerungsbeginn und klarem Himmel etwa 100, bei unverschleierter Sonne am Mittage dagegen etwa 3000 Kerzen. Diesen großen Schwankungen des Tageslichtes Rechnung tragend pflegt man für die Beurteilung der Güte der Beleuchtung eines Arbeitsplatzes im geschlossenem Raum nicht die jeweilige zufällig vorhandene Intensität der Beleuchtung, sondern die Größe des von dem betreffenden Platz aus erkennbaren freien Himmelsstückes und dessen Höhe über dem Horizont als maßgebend zu betrachten (vgl. Schulhygiene).

2. Künstliche Beleuchtung.

In der folgenden Tabelle sind die zurzeit hauptsächlich für geschlossene Räume in Frage kommenden Beleuchtungsarten übersichtlich zusammengestellt. Als Preise sind noch die vor dem Kriege geforderten angenommen.

Bei der Umsetzung von chemischer und elektrischer Energie in Wärme gewinnen wir unter bestimmten Verhältnissen das Licht gleichsam als Nebenprodukt, d. h. wir können leider nur einen sehr geringen Teil dieser Energie unmittelbar in Licht umsetzen, der weitaus größere Teil geht meist als Wärme verloren. So werden z. B. selbst bei den vervollkommneten elektrischen Metallfadenglühlampen nur etwa 5% der aufgewandten Energie als Licht nutzbar gemacht.

a) Beleuchtung durch Verbrennen von Kohlenwasserstoffen mit leuchtender Flamme.

α) Kerzenbeleuchtung.

Als Kerzenmaterial wird hauptsächlich Stearin, daneben auch Paraffin benutzt. Die von einer Kerze gelieferte Lichtmenge wechselt, beträgt aber im Durchschnitt 1 Hefnerkerze. Lichtfarbe und Flächenhelligkeit sind für das Auge angenehm. Zwei Kerzen liefern stündlich etwa so viel Kohlensäure, wie ein Erwachsener durch die Atmung abgibt.

Beim Auslöschen der Kerzen entsteht leicht der stechende Akroleingeruch. Die Heizwirkung ist stärker als bei irgend einer anderen Beleuchtungsart. Das Kerzenlicht ist außerdem die teuerste Beleuchtung und spielt eigentlich nur noch als behelfsmäßige Nachtbeleuchtung eine Rolle.

Beleuchtung durch	Für je 1 Hefnerkerze u. Stunde werden verbraucht etwa: Brennmaterial g	Brennmaterial Liter	Elektr. Energie Watt (Spez. Effekt-verbrauch)	Für je 1 Hefnerkerze u. Stunde werden produziert etwa: Kohlensäure Liter	Wasser g	Wärme Kalor.	Ungefähres Verhältnis der Wärmestrahlung (Strahl. d. Bogenlampe = 1 gesetzt)	Desgl. d. Flächenhelle (Glanz) (Flächenhelle von 0,75 H.-K. pro qcm = 1 gesetzt)	Vergleichsweise ungefähre Kosten einer Hefnerkerze pro Stunde Pfennige	Kerzenstärke einiger gebräuchlicher Lampentypen H.-K.	Die bezeichnete Lampentype produziert also stündlich etwa: Kohlensäure Liter	Wasser g	Wärme Kalor.	Bei Benutzung der bezeichneten Lampentype kostet also die Brennstd. etwa Pfg. (Betriebskost.)
Stearinkerze	7[1])	—	—	10	10	60	—	1	1	1	10	10	60	1
Petroleumrundbrenner	3,5	—	—	5	4,5	40	16	2	0,1[2])	15	75	70	600	1,5
										30	150	140	1200	3,0
Spiritusglühlicht	2,5	—	—	2,5	3,0	15	5	7.	0,1[3])	30	75	90	450	3,0
										50	125	150	750	5,0
Gasglühlicht stehend	—	1,5	—	1,0	1,5	10	4	8	0,02[4])	anfängl. 80 abnehm.	80	120	800	1,6
Gasglühlicht hängend	—	1,0	—	0,6	1,0	6	6	8	0,013		50	80	500	1,0
Elektrisches Glühlicht: Kohlenfadenlampen	—	—	3—3,5	0	0	2,7	4	50	0,18[5])	16	0	0	45	2,8
										32	0	0	90	5,8
Elektrisches Glühlicht: Metallfadenlampen (Wolfram)	—	—	1,2[6])	0	0	0,9	2	270	0,06	16	0	0	15	1,0
										25	0	0	23	1,5
Elektrisches Glühlicht: Nernstlampe	—	—	1,5—2,0	0	0	1,3	3	340	0,1	16	0	0	21	1,6
Elektr. Bogenlicht	—	—	0,7—0,5	Spur	0	0,5	1	4800	0,025	600	Spur	0	300	15,0

1) Die Zahlen sind meist abgerundet.
2) 1 Liter Petroleum 23 Pfg.
3) 1 Liter Spiritus 95 Vol.-% 35 Pfg.
4) 1 Kubikmeter Gas 13 Pfg.
5) Kilowattstunde 50 Pfg.
(Footnotes 2–5: Vgl. S. 326.)
6) Bei größeren Lichtstärken geht der spezifische Verbrauch sogar bis auf 0,8 Watt/H.-K.

β) Petroleumbeleuchtung.

Bei der fraktionierten Destillation des amerikanischen und russischen Erdöls geht zwischen 150° und 300° das sog. „Mittelöl", Leuchtöl oder Petroleum über. Sein spez. Gewicht liegt zwischen 0,790 und 0,820.

Durch reichliche Luftzuführung mit Hilfe der Zugzylinder wird bei Anwendung eines Dochtes eine vollkommene Verbrennung des Petroleums erzielt, im andern Fall erfolgt die Verbrennung mit stark rußender Flamme.

Kohlensäure und Wasserdampf werden bei der Verbrennung reichlich gebildet, desgleichen große Mengen von Wärme. Nächst der Kerzenbeleuchtung ist die Petroleumbeleuchtung die heißeste. Sie stört daher leicht durch starke Wärmestrahlung. Die Flächenhelligkeit der Petroleumflamme ist je nach der Brennerart verschieden, im allgemeinen aber mäßig.

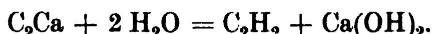
Da man sich bei Verwendung von Petroleumlampen (schon ihrer großen Heizwirkung wegen) mit mäßigen Lichtstärken (etwa 15 bis 30 Kerzen) zu begnügen pflegt, sind die Kosten der Beleuchtung nicht hoch, aber, auf die gleiche Helligkeit berechnet, höher als die für Gasglühlicht und Metallfadenlampen.

γ) Leuchtgas.

Eine Benutzung des Leuchtgases ohne Glühkörper im Schnitt- und Argandbrenner findet kaum noch statt. Die Leuchtgasbeleuchtung wird daher unter b) besprochen werden.

δ) Azetylenbeleuchtung.

Azetylen (C_2H_2), eine endothermische Verbindung, ist ein farbloses, widerlich riechendes, durch starken Druck zu verflüssigendes Gas. Man stellt es in der Technik durch Zersetzen von Kalziumkarbid mit Wasser her.



$$C_2Ca + 2\,H_2O = C_2H_2 + Ca(OH)_2.$$

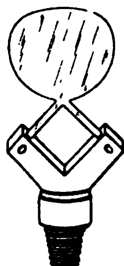


Abb. 127. Azetylenbrenner. (Nach Brüsch.)

Kalziumkarbid wird durch Schmelzen von Kalziumoxyd mit Kohle im elektrischen Ofen erhalten. Das Azetylen ist oft durch Schwefelwasserstoff und Phosphorwasserstoff verunreinigt.

Beim Ausströmen unter Druck aus feiner Öffnung brennt Azetylen entzündet mit blendend weißer hellleuchtender Flamme. Gewöhnlich benutzt man gegabelte Specksteinbrenner, bei welchen die sich treffenden Gasstrahlen eine breite, helleuchtende Flamme erzeugen. (Abb. 127.)

Azetylen wird auch in Form von Glühlicht verwendet.

Eine Azetylenflamme von 30 HK. Helligkeit benötigt stündlich etwa 18 Liter Azetylengas. Kohlensäure- und Wasserdampfentwicklung sind geringer als beim Gasglühlicht, in der Wärmeproduktion steht es der Kohlenfadenlampe nahe, hinsichtlich der Kosten den Metallfadenlampen. Die Flächenhelligkeit ist sehr groß.

Verwendung findet das Azetylen (ähnlich wie das Aerogengas) hauptsächlich zur Versorgung einzelstehender Gebäude mit Licht, ferner für bestimmte Beleuchtungszwecke (Fahrradlaternen, Leuchtbojen u. a.). Im letzteren Fall wird es in Azeton unter Druck gelöst verwendet, eine

Form, in welcher es weniger explosiv ist. Seiner Gefährlichkeit wegen sind die Herstellung, Aufbewahrung und Verwendung des Azetylens durch Erlaß des Preuß. Handelsministers vom 1. April 1913 besonders geregelt worden. Auch hierdurch ist die Verwendung des Azetylens zu Beleuchtungszwecken nicht unwesentlich beschränkt.

b) Lichterzeugung durch Glühkörper, welche mittels nicht leuchtender Flamme oder mittels des elektrischen Stromes erhitzt werden.

Die von Auer von Welsbach 1885 eingeführten Glühkörper bestehen aus einem strumpfartigem Gewebe von Ramiegarn oder Kunstseide, welches mit einer Lösung von Thorium- (99%) und Ceriumnitrat (1%) getränkt ist. Nach dem Abbrennen des Strumpfes bleibt das Aschenskelett übrig, welches in der nicht leuchtenden Flamme in helles Glühen gerät. Hierbei werden hauptsächlich Strahlen von kurzer Wellenlänge ausgesandt.

α) Spiritusglühlicht.

Durch vergasten, mit Luft gemischten Spiritus wird im Bunsenbrenner (s. u.) ein Glühstrumpf zum Leuchten gebracht.

Die Lampen (Abb. 128) brennen nicht sofort. Für die einleitende Vergasung bedarf es vielmehr einer kurzen Anheizzeit. Ist die Vergasung eingeleitet, so schreitet sie von selbst weiter, indem die zum Vergasen des Spiritus nötige Wärme von der Glühlichtflamme her durch einen dicken, in der Mitte des Brennerkopfes stehenden Metallzylinder, auf dessen oberem Ende der Glühkörper hängt, dem Vergaser zugeführt wird.

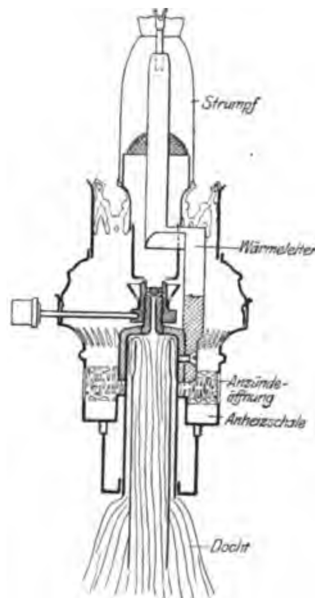


Abb. 128. Spiritusglühlicht. (Nach Brüsch.)

Das Spiritusglühlicht befriedigt, was Intensität, Farbe, Glanz und die Nebenprodukte der Lichterzeugung (Kohlensäure, Wasser, Wärme) anbelangt, hygienisch durchaus. Es ist aber etwas teuer im Gebrauch und der Mangel sofortiger Brennbereitschaft ist unter Umständen lästig.

Das Spiritusglühlicht wird auch in der Form des hängenden Glühlichtes benutzt. Größere Lampen dieser Art dienen vielfach zur Außenbeleuchtung.

Als Brennstoff dient denaturierter Spiritus von 90 und 95 Volumprozent, bei Starklichtlampen auch Benzol.

β) Das Petroleum bereitet der Vergasung größere Schwierigkeiten. Petroleumglühlichtlampen für Wohnräume werden kaum verwendet. Für die Außenbeleuchtung werden dagegen mitunter hochkerzige Petroleumglühlichtlampen angewandt.

γ) Gasglühlicht.

Leuchtgas besteht aus Steinkohlengas mit oder ohne Zusatz von Wassergas. Steinkohlengas wird gewonnen durch trockene Destillation von jüngeren Steinkohlen (Gaskohlen) bei 1000—1400°. Dabei bleibt zurück: Gaskoks und es verflüchtigen sich: Teer, Ammoniak, Wasser und brennbare Gase.

100 kg Steinkohlen liefern ungefähr 5 kg Teer. Nach Abscheidung des Teers enthält das Rohgas noch u. a. erhebliche Mengen Ammoniak, dann Schwefelwasserstoff und Cyanverbindungen, welche durch besondere Reinigungsverfahren nahezu beseitigt werden, und zwar das Ammoniak durch Waschen mit Wasser (im sog. Skrubber), der Schwefelwasserstoff mittels Durchleiten durch gekörntes Eisenoxydhydrat (Raseneisenstein). Hierbei bildet sich Eisensulfid, welches seinerseits wieder das Cyan bindet.

Der Raseneisenstein läßt sich durch Lagern an der Luft regenerieren. Hierbei scheiden sich Schwefel und Cyanverbindungen ab. Auf die im Leuchtgas verbleibenden geringen Mengen von Cyan schiebt man die ungünstige Wirkung der Gasleitungen auf den Pflanzenwuchs der Nachbarschaft.

Wassergas läßt sich bedeutend einfacher und billiger herstellen durch Einwirken von Wasserdampf auf glühende Kohlen:



$$H_2O + C = 2\,H + CO.$$

Das Wassergas ist sehr kohlenoxydreich und hat einen bedeutend niedrigeren Heizwert als das Steinkohlengas. Trotzdem wird es z. B. in Amerika fast ohne Zusatz benützt, während es in Deutschland gewöhnlich nur in Mengen von 10 bis 20% dem Steinkohlengas zugesetzt zu werden pflegt.

Die Zusammensetzung der benutzten Gasarten erhellt aus folgender Tabelle:

Bezeichnung des Gases	Ungefährer Gehalt in Prozenten an						1 cbm Gas liefert Kalorien
	Wasserstoff	Methan	Kohlenoxyd	schweren Kohlenwasserstoffen[1]	Kohlensäure	Stickstoff	
Steinkohlengas	49	34	8	5	2	2	5300
Wassergas	50	—	41	—	4	5	2500
Mischgas mit 20% Wassergas	49	27	15	4	2,5	2,5	4700

Aerogengas (Luftgas) wird durch Mischen von Luft mit den leichteren Kohlenwasserstoffen (Benzin) hergestellt. Ölgas wird durch trockene Erhitzung von „Gasöl" (Destillat des Rohpetroleums) hergestellt. Es wird in verdichtetem Zustand speziell zur Beleuchtung von Eisenbahnzügen benutzt.

Des fehlenden bzw. geringen Kohlenoxydgehaltes wegen sind Aerogengas und Ölgas nur wenig giftig.

Das gereinigte Leuchtgas wird in Gasometern gesammelt und gelangt meist unter einem Druck von 30—50 mm Wassersäule zu den Konsumenten. Hier passiert es zunächst einen Gasmesser und gelangt dann zum Verbrauch (Niederdrucklicht). Die Gasmesser (nasse und trockene) lassen entweder unbeschränkte Mengen Gas hindurch treten, oder jeweils nur bestimmte Mengen (Münzgasmesser, Gasautomaten).

Der bei der Gasglühlichtbeleuchtung benutzte Brenner ist der Bunsenbrenner mit Luftzuführung zum Gase (Abb. 129). Die hierdurch entleuchtete, in der Mitte etwa 1600°, in der Randzone etwa 1800° heiße Flamme (N) bringt den Auer-Strumpf zum Glühen. Genaue Regulierung der zuströmenden Gasmenge (durch Regulierdüsen) zur Erreichung des maximalen Lichteffektes bei möglichst sparsamem Gasverbrauch und der Luftmenge (Regulierung der Weite der Luftzuführungsöffnungen) ist notwendig, zumal Gasdruck und Gasbeschaffenheit zu schwanken pflegen. Der Gasverbrauch beläuft sich im

[1]) Äthylen, Benzol, Azetylen.

Auerschen Normalbrenner für je eine Hefnerkerze und Stunde auf etwa 1,5 l (s. Tabelle S. 327), Kohlensäure- und Wasserdampfproduktion sind gering, auch die Wärmeproduktion ist erträglich, desgleichen die Wärmestrahlung. Dagegen ist der Glanz des Auerlichtes erheblich.

Noch wirtschaftlicher ist die Benutzung des hängenden Gasglühlichtes, einem invertierten Brenner mit Vorwärmung von Gas und Verbrennungsluft nach dem ursprünglich von Fr. Siemens für gewöhnliche Gasbeleuchtung angegebenen Prinzip des Regenerativbrenners (Abb. 130).

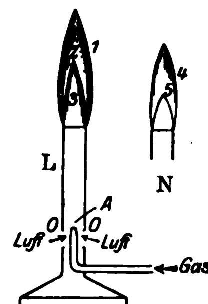


Abb. 129. Bunsenbrenner. (Nach Brüsch.) 1—3 = Zonen der leuchtenden, 4—5 = Zonen der nichtleuchtenden Flamme. A = Gaseintritt. OO = Luftzumischung, bei Abb. L geschlossen zu denken. Zone 2 leuchtet; 1 u. 4 sind die Verbrennungszonen.

Das auf dem Wege a—c einströmende Gas saugt bei b Luft nach. Das Gasluftgemisch tritt bei f aus und bringt angezündet den Glühkörper e zum Leuchten. Die Verbrennungsgase verlassen bei i die Lampe und wärmen auf ihrem Wege das Gasluftgemisch vor. d ist der Brennerkopf, gg die Schornsteine, h die Glocke und l der Magnesiatragring für den Glühkörper.

Das hängende Gasglühlicht verbraucht für die HK. und Stunde höchstens 1 Liter Gas. Es ist zurzeit eine der billigsten Beleuchtungsarten. Störend ist die verhältnismäßig starke nach unten gerichtete Wärmestrahlung und der ziemlich hohe Glanz des Glühkörpers.

Zur Erzielung größerer Lichtintensitäten, z. B. um mit den elektrischen Bogen- und Metallfadenlampen bei der Straßenbeleuchtung in Wettbewerb treten zu können, sind sowohl Niederdruckstarklampen (z. B. für 600 HK. von Ehrich und Graetz) als auch Preßgas- oder Preßluftlampen eingeführt worden. Bei letzteren wird entweder das Gas oder die Luft auf einen Druck von 1400 mm Wassersäule komprimiert und das Gemisch in besonderen Lampentypen (Hochdrucklicht: Milleniumlicht, Selaslicht, Pharoslicht, Keithlicht usw.) verbrannt. Der Gasverbrauch stellt sich bei diesen Lampen beiläufig auf $^1/_2$ Liter für die HK. und Stunde. Die Lichtstärke der meist dreiflammigen Lampen beträgt 600, 1000 bis 2500 Kerzen.

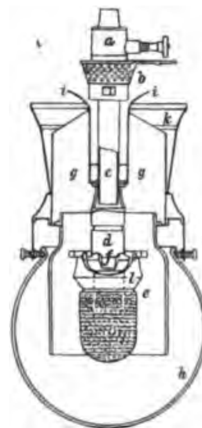


Abb. 130. Hängelichtgasbrenner mit Innenzylinder für 100 HK. (Ehrich u. Graetz, Berlin.)

Um bei der Straßenbeleuchtung durch Gas auch die Vorzüge des elektrischen Lichtes zu haben, ist die Fernzündung und das Fernlöschen bei ihnen durch Vorrichtungen durchgeführt worden, welche auf einer vorübergehenden Änderung des Gasdruckes beruhen. Weniger zuverlässig sollen angeblich die elektrischen Fernzünder arbeiten.

δ) Elektrisches Licht.

Bei Einschaltung eines genügend hohen Widerstandes in den Stromkreis setzt sich elektrische Energie in Wärme und Licht um. Als Widerstand dienten bei den früher allgemein üblichen Edisonlampen (Edison und Swan 1879) dünne verkohlte Zellulosefäden in luftleeren, birnenförmigen u. a. Glasgefäßen, später metallische Fäden aus Osmium (Auer von Welsbach 1901), Tantal, Wolfram (1906). Die modernen Metallfadenlampen benutzen ausschließlich Wolframmetall (Schmelzpunkt 3000° C). Ferner hat man den Quecksilberdampf als Lichtträger verwendet. Außer diesen Leitern erster Klasse hat man auch Leiter zweiter Ordnung (s. u. Nernstlampen) in Anwendung gezogen.

Von diesen Lampensystemen grundsätzlich verschieden ist das elektrische Bogenlicht.

Mit Hilfe des Ohmschen Gesetzes lassen sich die Verhältnisse bei der Glühlampenbeleuchtung leicht verstehen. Der Widerstand, welchen der Leuchtkörper (Glühfaden) dem elektrischen Strom entgegensetzt, muß, je nach der im Leitungsnetz herrschenden Spannung, verschieden stark gewählt werden. Da der Widerstand, abgesehen von dem spezifischen Leitungswiderstand des angewandten Materials, der Länge des Fadens direkt, dem Querschnitt des Fadens umgekehrt proportional ist, so hat es die Technik in der Hand, Lampen von sehr verschiedenem Widerstand zu bauen. Zum Beispiel hat der Kohlenfaden einer 16kerzigen Lampe für 110 Volt Spannung einen Widerstand von etwa 220 Ohm, für 220 Volt aber einen Widerstand von etwa 880 Ohm. Die Stromstärke ergibt sich dann im ersteren Fall zu $\frac{110}{220} = 0{,}5$, im letzteren Fall zu $\frac{220}{880} = 0{,}25$ Ampère. Beide Lampen verbrauchen 110 Volt × 0,5 Ampère oder 220 Volt × 0,25 Ampère = 55 Watt, d. s. etwa 3,5 Watt für 1 Kerze und Stunde (spezifischer Effektverbrauch). Da der Preis der Kilowattstunde dort, wo Wasserkräfte zur Erzeugung des elektrischen Stromes nicht zur Verfügung stehen, vor dem Kriege im Mittel etwa 50 Pfennig betrug, so kostete der Betrieb einer 16kerzigen Kohlenfadenlampe stündlich etwa 2,8 Pfennige. Mit der sprungweisen Erhöhung der Kohlenpreise haben sich natürlich auch die Preise für alle von der Kohle abhängigen Beleuchtungsmittel verändert.

Der Wattverbrauch der Metallfadenlampen ist erheblich niedriger, wie aus der Tabelle S. 327 zu ersehen ist. Ihr Betrieb ist daher billig, die Anschaffungskosten allerdings beträchtlich höher. Seitdem zur Herstellung der Glühfäden nicht mehr „gespritzte“, sondern „gezogene“ (1912), neuerdings auch Kristalldrähte, d. h. fadenförmige Kristalle aus Wolfram mit etwas Thoriumoxyd benutzt werden, ist auch die Widerstandsfähigkeit der Lampen gegen Erschütterung und Stoß gewachsen.

Die Metallfadenlampen („Osramlampe“ der Auergesellschaft, „A. E. G.-Metalldrahtlampe“ und „Wotanlampe“ der Siemens & Halske A. G.) werden für Gleichstrom wie für Wechselstrom und für Spannungen von 110 und 220 Volt gefertigt, für letztere Spannung in Lichtstärken bis 1000 Kerzen und mehr. Ihr spezifischer Effektverbrauch beträgt 1,3—1,1 Watt/HK., bei größeren Lichtstärken sogar nur 1,0—0,8. Noch niedriger ist der spezifische Effektverbrauch bei den sog. „Halb-Watt-Lampen“ (1914). Diese Lampen, welche wegen der Stickstofffüllung mit dem Namen „Osram-Azolampen“ und „A.E.G.-Nitralampen“ bezeichnet worden sind, werden bis zu Lichtstärken von 3000 HK. gefertigt und sind daher starke Konkurrenten der Bogenlampen geworden. Sie haben ein weißes Licht von großer Flächenhelligkeit. Sie eignen sich daher besser für die indirekte Beleuchtung. Der Metallfaden ist bei ihnen meist zu einer Spirale gewunden.

Die Metallfadenlampen haben nicht nur die Kohlenfadenlampen, sondern auch die Nernst-Lampen (1897) völlig verdrängt. Bei letzteren wird ein aus Metalloxyden bestehender Leiter zweiter Ordnung zunächst durch eine zum Glühen gebrachte Metalldrahtspirale angewärmt bis er die Fähigkeit erhält, den Strom selbst zu leiten. Die Zündung ist also umständlich und zeitraubend. Die Nernstlampe lieferte ein im Vergleich zur Kohlenfadenlampe billiges (spez. Verbrauch 2 Watt/HK.), aber sehr blendendes Licht.

Die an und für sich schon hohen Temperaturen der glühenden Metallfäden (mindestens 2100°) werden noch übertroffen von der Temperatur des elektrischen Bogenlichtes, die ungefähr bei 4000° liegt. Dieses Licht enthält infolgedessen noch mehr kurzwellige Strahlen als das Licht der Metallfadenlampen.

Das Licht der Bogenlampe (Abb. 131) geht bei Gleichstrom zu 85% von der positiven Kohle aus, die daher schneller abbrennt. Bei Wechselstrombogenlampen werden

beide Kohlen gleich stark beansprucht. Durch Zumischung bestimmter Metallsalze (Fluorverbindungen) zu den Kohlen kann man dem elektrischen Lichtbogen eine höhere Leuchtkraft und eine besondere Färbung erteilen (Flammenbogenlampen). Der sich entwickelnden Dämpfe wegen sind solche Lampen im allgemeinen aber nur zur Außenbeleuchtung zu verwenden. Der Effektverbrauch ist bei diesen Lampen erheblich geringer, als bei den einfachen Bogenlampen (0,3 gegen 0,8 Watt/HK.). Eine gewöhnliche Bogenlampe braucht nur etwa 35 Volt Spannung. Man schaltet die Lampen daher hintereinander, während Glühlampen nebeneinander (parallel) geschaltet zu werden pflegen. Abgesehen von einigen besonderen Typen sind Bogenlampen nur für hohe Kerzenstärken verwendbar.

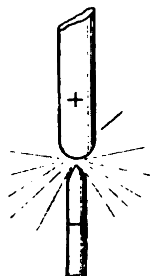


Abb. 131. Elektrisches Bogenlicht (Gleichstrom).

Die Quecksilberdampflampen, bei welchen Quecksilberdampf im luftleeren Rohr aus Glas, Uviolglas oder Quarz durch Gleichstrom zum Leuchten gebracht wird, liefern ein Licht, in welchem die langwelligen Strahlen des Spektrums fast ganz fehlen. Die mit diesem Licht beleuchteten Gegenstände erscheinen daher in veränderten Farben. Diese Lampen werden nur in der Technik und in der Therapie benutzt. Sie haben einen spezifischen Effekt von nur 0,2—0,25 Watt/HK. Um Luminiszenzerscheinungen handelt es sich bei dem von Mc. Farlan Moore eingeführten Licht. Man erzeugt es, indem man hochgespannten Wechselstrom durch lange evakuierte, mit verdünnten Gasen (Luft, Kohlensäure, Stickstoff, Neon) gefüllte Röhren schickt. Das je nach der Gasfüllung verschieden gefärbte Licht ist ungemein mild und kann nur zur diffusen Beleuchtung von Innenräumen dienen. Spezifischer Effektverbrauch etwa 0,8—2,0 Watt/HK.

Für die Hausleitungen wird in der Regel eine Spannung von höchstens 250 Volt (Außenleiter gegen Erde) gewählt. Gegenüber diesen Niederspannungsleitungen stehen die zum Transport von elektrischer Kraft auf weite Entfernungen dienenden Leitungen unter einer Spannung bis zu vielen tausend Volt. Der in diesen Leitungen fließende Strom ist gewöhnlich dreiphasiger Wechselstrom (Drehstrom), der mittels Transformatoren am Orte in niedrige Spannung und Gleichstrom umgewandelt wird.

Die beiden Arten der Lampenschaltungen sind in Abb. 132 dargestellt.

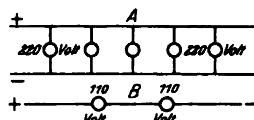


Abb. 132. Schaltung von elektrischen Glühlampen. A parallel, B hintereinander.

Nicht unerheblich für die Wahl der Beleuchtungsart sind natürlich die Kosten.

Ungefähre Anhaltspunkte hierfür liefern die Spalten 10 und 15 der Tabelle auf S. 327. Die Berechnung der Kosten auf 1 Kerze führt indessen praktisch vielfach zu unzutreffenden Vergleichen, richtiger dürfte es sein, die Kosten des Gebrauchs der üblichen Lampentypen zu vergleichen.

Danach würde das hängende Gasglühlicht, die Metallfadenlampe und die Petroleumbeleuchtung die z. Z. wirtschaftlichste Beleuchtung für Wohnräume darstellen. Gas- und Elektrizitätswerke sind gewinnbringende Anlagen. Der Konsument zahlt daher erheblich höhere Preise, als den Herstellungskosten entsprechen. Für Länder ohne erhebliche Wasserkräfte ist der Preis der Kohlen natürlich bei allen Beleuchtungsarten entscheidend für den Preis des Lichtes.

D. Nebenwirkungen und Gefahren der künstlichen Beleuchtung.

Hierher gehören
- die ungenügende Beleuchtung,
- die zu starke Beleuchtung (Blendung),
- die Einwirkung ultravioletter Strahlen,
- die Verunreinigung der Luft durch schädliche Nebenprodukte,
- Feuers- und Explosionsgefahr,
- elektrische Unfälle.

1. Ungenügende Beleuchtung.

Nach den zuerst von Hermann Cohn vertretenen Anschauungen ist eine Helligkeit von 10 Meterkerzen das Mindestmaß der zu fordernden Beleuchtung für Arbeitsplätze. Bei dieser Beleuchtung ist natürlich das Maximum der Sehschärfe nicht erreicht, dasselbe liegt vielmehr nach den Untersuchungen von Cohn und Uhthoff zwischen 57 und 33 Meterkerzen. Nach Reichenbach wird man unter den heutigen Verhältnissen am richtigsten eine Mindesthelligkeit von 25 MK. verlangen. Bei feineren Arbeiten wird man zweckmäßig bis zu 60 MK. steigen. Darüber hinaus ist eine Steigerung für die meisten Menschen ohne praktischen Wert. Nur sehr feine Arbeiten auf dunklem Grunde rechtfertigen eine noch größere Helligkeit.

Als Folge ungenügender Beleuchtung hat man besonders die erworbene Myopie zu betrachten. Bei unzulänglicher Helligkeit muß das Auge der Arbeit stärker genähert werden, als es wünschenswert ist (näher als $^1/_3$ m), da ja die in das Auge gelangende Lichtmenge umgekehrt proportional dem Quadrat der Entfernung zwischen dem Auge und dem Objekt der Beobachtung ist. Größere Annäherung bedingt aber stärkere Konvergenz der Augenachsen und größere Inanspruchnahme der Akkommodationsmuskulatur. Hierzu tritt wahrscheinlich eine venöse Stauung im Ciliargefäßsystem. Unter lästigen subjektiven Erscheinungen kommt es allmählich zur Verlängerung des Augapfels und damit zur erworbenen Kurzsichtigkeit. Ein Beweis für die Richtigkeit dieser Theorie ist die von Cohn gemachte Beobachtung, daß die Anzahl der Myopen in den höheren Schulen von Klasse zu Klasse durchschnittlich ansteigt (Abb. 133). Ferner ergab u. a. eine Statistik, daß unter Erwachsenen, welche die Dorfschule besucht hatten, sich nur etwa 2% Myopen befanden gegen 65% Erwachsene mit Gymnasialvorbildung.

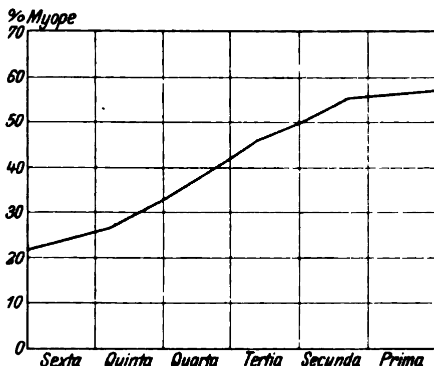


Abb. 133. Durchschnittliche Zunahme der Kurzsichtigen in den Gymnasialklassen. (Nach H. Cohn.)

Nach Seggels Statistik an 1600 Soldaten fand sich Kurzsichtigkeit

in 2% der Fälle bei Bauern,
„ 4% „ „ „ Tagelöhnern,
„ 9% „ „ „ Handwerkern,
„ 44% „ „ „ Kaufleuten und Schreibern,
„ 58% „ „ „ Einjährig-Freiwilligen,
„ 65% „ „ „ Gymnasialabiturienten.

Folgende gewerbliche Arbeiter sind vor allem zu anhaltender Naharbeit gezwungen: Schriftsetzer, Lithographen, Kupferstecher, Feinmechaniker, Näherinnen. Ein großer Prozentsatz von ihnen leidet daher auch an erworbener Myopie.

Von den modernen Lampen geben nicht alle die oben als wünschenswert hingestellte Lichtmenge. Namentlich die kleineren Petroleumlampen und die niedrigkerzigen elektrischen Glühlampen befriedigen unser Lichtbedürfnis nicht immer ausreichend, zumal wenn durch unzweckmäßige Lampenschirme und durch sonstige lichtdämpfende oder lichtzerstreuende Mittel die Stärke der Lichtquellen geschwächt ist.

2. Blendung.

Nicht minder schädlich als die ungenügende Beleuchtung ist die Überbelichtung dem Auge.

Es ist dabei aber nicht die gesteigerte Helligkeit an sich, sondern die bei unseren modernen Beleuchtungsmitteln so häufige übermäßige Flächenhelligkeit, die Schaden stiftet.

Die Werte, welche man als noch zulässig für die Flächenhelligkeit vorgeschlagen hat, liegen meist unter 1 HK./qcm. Nach einer Zusammenstellung von Teichmüller betragen die tatsächlich vorhandenen Flächenhelligkeiten aber:

bei der gewöhnlichen Kerze	0,4—0,6	HK./qcm
beim Petroleumlicht	0,4—1,2	„
beim Gasglühlicht	3—8	„
bei der Kohlenfadenlampe	60—75	„
bei der Wolframlampe	140—155	„
bei der Halbwattlampe	270	„
für die Sonnenstrahlung am Horizont	300	„
bei der Nernstlampe	340	„
beim unverdeckten Lichtbogen . . .	1500—8000	„
für die Sonnenstrahlung im Zenith .	100 000	„

Der oben geforderte Höchstwert wird also bei allen modernen Beleuchtungsmitteln zum Teil sehr erheblich überschritten. Abhilfe kann und muß daher auf andere Weise geschaffen werden. Die Aufstellung der Lichtquelle muß so erfolgen, daß das Auge beim Arbeiten nicht unmittelbar in das Licht hineinsehen kann, oder die Lichtquelle muß mit lichtzerstreuenden Hüllen aus Mattglas, Milchglas, mit Öl getränktem Papier usw. umgeben werden. Zu beachten ist aber in allen diesen Fällen, daß die Blendung häufig durch das vom Arbeitsgegenstand reflektierte Licht entsteht, z. B. von dem glänzenden Papier eines Buches ausgeht, und daß also auch nach dieser Richtung hin Besserungen anzustreben sind. Schädlich wirkt auch der häufige Wechsel zwischen Hell und Dunkel. Die in Großstädten beliebte Lichtreklame ist daher zu verurteilen. Vermieden wird die Blendung in vollkommenster Weise durch Einführung der sog. indirekten Beleuchtung. Die Lichtquelle wird in diesem Falle nahe der Decke oder unterhalb einer sonstigen reflektierenden weißen Fläche aufgehängt und wird nach abwärts durch einen entweder ganz lichtundurchlässigen oder einen lichtzerstreuenden Schirm abgedeckt. Im ersteren Fall hat man die rein indirekte, im anderen Falle die halb indirekte Beleuchtung vor sich. Man erzielt so eine gleichmäßige, fast schattenfreie Beleuchtung, die sich daher namentlich für Räume, in welchen gleichzeitig viele Personen mit Naharbeit beschäftigt werden, eignet. Der durch diese Art der Beleuchtung entstehende Lichtverlust ist allerdings nicht unbeträchtlich.

Auf Blendung reagiert das Auge durch Verengerung der Iris und der Lidspalte. Damit sind häufig schon unangenehme Empfindungen verbunden. Bei langer Einwirkung und sehr großen Flächenhelligkeiten kann es aber zu wirklichen Erkrankungen des Auges kommen, wie Linsentrübung. Hemeralopie, Retinitis. Solche Fälle werden namentlich in gewissen gewerblichen Betrieben wie Eisenhütten, Zinkhütten, Glashütten beobachtet, ferner nach dem Hineinsehen in das Sonnenlicht mit ungeschütztem Auge. wie es namentlich bei der Betrachtung von Sonnenfinsternissen vorkommt, ferner beim Hineinsehen in den elektrischen Flammenbogen usw. Auch die gewöhnliche Beleuchtung der Arbeitsplätze in den Fabriken läßt in dieser Beziehung oft viel zu wünschen übrig (nackte Glühlampen).

Durch seitliche Blendung des Auges wird auch die Sehschärfe ungünstig beeinflußt.

3. Schädlichkeit der ultravioletten Strahlen.

Eine umstrittene Frage ist noch die Schädlichkeit der ultravioletten Strahlen für das Auge. Während ultrarote Strahlen dem Auge wahrscheinlich keinen Schaden tun, ist die ungünstige Wirkung ultravioletter Strahlung von einer Wellenlänge unter 320 $\mu\mu$ behauptet worden. Solche Strahlen werden nur vom freien elektrischen Lichtbogen, von Uviolglas- und Quarzglasquecksilberdampflampen ausgesandt. Quecksilberdampflampen aus Uviolglas oder aus Quarz werden aber nur für chemisch-technische oder therapeutische Zwecke benutzt. Gegen ihre Strahlen sind die Augen unbedingt zu schützen. Im Sonnenlicht sind ultraviolette Strahlen nur bis 295 $\mu\mu$ abwärts vorhanden, die übrigen werden von der Atmosphäre je nach ihrer Beschaffenheit, nach Jahreszeit und Sonnenstand in verschieden starker Weise unschädlich gemacht. Verhältnismäßig reich an Ultraviolett ist das Licht im Hochgebirge und in der Höhe überhaupt (Luftschiffahrt).

Strittig sind besonders die Wirkungen der Strahlung über 320 $\mu\mu$ auf das Auge. Strahlen können nur da schaden, wo sie absorbiert werden. Die optischen Teile des Auges absorbieren nun die Strahlen bis 330 $\mu\mu$, bis zur Netzhaut gelangen die ultravioletten Strahlen zwischen 330 und 310 $\mu\mu$. Die erstgenannten Strahlen dürften daher vielleicht eine Reihe gewerblicher Erkrankungen der Linse und des äußeren Auges, wie die Ophthalmia electrica, Keratitis und Konjunktivitis hervorrufen. Auch der Glasbläserstar ist vielleicht auf Rechnung der ultravioletten Strahlung zu setzen, dagegen ist es unwahrscheinlich, daß die Entstehung des Altersstares auf diese Ursache zurückgeht. Diese Fragen bedürfen jedenfalls noch weiterer Klärung.

Gewöhnliches Glas absorbiert die Strahlen bis zu 300 $\mu\mu$ Wellenlänge aufwärts. Als Schutzgläser gegen Strahlen zwischen 300 und 400 $\mu\mu$ können z. B. die sog. „Euphosgläser“ dienen. Dunkle Gläser sind bei ganz abnorm starker Strahlung, z. B. beim elektrischen Schweißen und ähnlichen Arbeiten anzuwenden.

4. Verunreinigung der Luft.

Bei der Verbrennung von Kohlenwasserstoffen entstehen stets Kohlensäure und Wasser, daneben auch unter Umständen kleine Mengen unvollständiger Verbrennungs- und sonstiger Nebenprodukte. Unter diesen ist das Kohlenoxyd das bedenklichste.

Die Benutzung des Leuchtgases bringt eine erhebliche Gefahr dadurch mit sich, daß in ihm bereits große Mengen präformierten Kohlenoxyds vorhanden sind, welche bei Undichtigkeit der Leitung austreten können. Da Gasleitungen nie völlig dicht sind (der Verlust der Gaswerke an Gas durch Undichtigkeiten beträgt mehrere Prozente), so kann man bei der Leuchtgasbeleuchtung stets mit kleinen Mengen unverbrannten Leuchtgases in der Luft rechnen. Der Vorzug des elektrischen Lichtes besteht nicht zum wenigsten in dem Fehlen aller gasförmigen, sich der Luft beimischenden Bestandteile. Welche Mengen Kohlensäure und Wasser ungefähr von den verschiedenen Lichtquellen geliefert werden, ist aus der Tabelle S. 327 zu ersehen. Gleichzeitig sind auch die Mengen von Wärme angegeben, welche die üblichen Beleuchtungsvorrichtungen entwickeln.

Ein erwachsener, körperlich nicht arbeitender Mensch gibt in der Stunde etwa ab: 20 Liter Kohlensäure, 50 g Wasser und 100 große Kalorien. Eine 15kerzige Petroleumlampe liefert dagegen bereits so viel Kohlensäure wie fast 4 Erwachsene und so viel Wärme wie 6 Erwachsene, ein Gasglühlichtauerbrenner eben so viel Kohlensäure und die Wärme von 8 Personen; eine 25kerzige Metallfadenlampe dagegen nur etwa den fünften Teil der Wärme eines Erwachsenen. Was die Wassermengen anbelangt, so übertrifft die 15kerzige Petroleumlampe den menschlichen Körper in der Wasserabgabe etwa um das $1^1/_2$fache, der Auerbrenner um das $2^1/_2$fache.

In kleinen Räumen kann daher leicht Sättigung der Luft mit Wasserdampf und bei gleichzeitiger hoher Temperatur das Beängstigungsgefühl, welches die behinderte Wärmeabgabe begleitet, eintreten. Man betrachtet daher die genannten Nebenprodukte der in Rede stehenden Lichtquellen gewöhnlich mit Recht als eine unerwünschte Zugabe zu der Beleuchtung. Es muß aber daran erinnert werden, daß unter ärmlichen Verhältnissen das Licht, das ja hauptsächlich in der kalten Jahreszeit brennt, auch als Wärmequelle geschätzt wird. Die Heizung durch Petroleum- und Gaslicht hat nur den hygienischen Nachteil, daß die Verbrennungsprodukte nicht abgeleitet werden.

Über die verhältnismäßige Unschädlichkeit reiner Kohlensäure ist schon im zweiten Abschnitt gesprochen worden. Wenn Kerzen anfangen, trübe zu brennen, pflegt der Kohlensäuregehalt $2^0/_0$ überschritten zu haben. Die Gefährlichkeitsgrenze für den Menschen liegt aber erst bei etwa $8^0/_0$. Eine solche Anhäufung von Kohlensäure dürfte praktisch kaum vorkommen.

In Betracht kommen also, abgesehen von Wärme und Wasserdampf, mehr die Nebenprodukte der Verbrennung, wie Ruß bei schlecht brennenden Petroleumlampen, kleinste Mengen von Arsenwasserstoff und Phosphorwasserstoff bei der Azetylenbeleuchtung, schweflige und salpetrige Säure beim Leuchtgaslicht. Wegen des Kohlenoxydes vgl. S. 161. Es stammt aus unverbranntem Gase oder tritt beim Durchschlagen der Gasflammen auf. Bei einem Gehalt des Leuchtgases an Kohlenoxyd von 8—$15^0/_0$ würden etwa 3 bis 6 ccm Leuchtgas im Liter Luft notwendig sein, um die Grenze der akuten Schädlichkeit des Kohlenoxyds für den Menschen ($0{,}5^0/_{00}$) zu erreichen. Zwei Kubikzentimeter Leuchtgas in einem Liter Luft können schon durch den Geruch erkannt werden. Hat das Leuchtgas aber seinen Geruch ganz oder teilweise eingebüßt, wie es bei Rohrbrüchen und beim Eindringen des Gases vom

Erdboden aus in die Häuser vorkommt, so versagt die Warnung durch den Geruchssinn. Auch der Füllboden der Zwischendecken kann schon den Leuchtgasgeruch absorbieren.

Dem geruchfreien, stark kohlenoxydhaltigen Wassergas müssen aus gesundheitlichen Gründen stets Riechstoffe (Merkaptan u. dgl.) künstlich beigemischt werden.

Die unfreiwilligen und die in selbstmörderischer Absicht erfolgenden Leuchtgasvergiftungen sind so häufig, daß die gegen die Gasleitungen zu erhebenden gesundheitlichen Bedenken nur durch die großen wirtschaftlichen Vorteile der Gasversorgung zum Schweigen gebracht werden können. Allen Bestrebungen, dem Leuchtgas das Kohlenoxyd zu entziehen (Cedfordgasprozeß usw.), wäre daher Erfolg zu wünschen.

Das unbeabsichtigte Ausströmen des Gases durch Offenlassen der Hähne kann durch Sicherheits-Gassteckkontakte (Julius Pintsch A.G.) verhütet werden.

In Schlafzimmern sollte besser die Gasbeleuchtung ganz vermieden. auch sollte grundsätzlich in jedem Haushalt nachts der Haupthahn des Gasometers geschlossen werden.

5. Explosions- und Feuersgefahr.

Petroleum-, Spiritus- und Gasbeleuchtung bergen bekanntlich auch eine gewisse Explosions- und Feuersgefahr in sich. Nach der Kaiserlichen Verordnung vom 24. Febr. 1882 soll der Entflammungspunkt des Petroleums — geprüft mittels des Abelschen Petroleumprobers — bei 760 mm Luftdruck nicht unter 21° liegen. Diese Grenze ist recht niedrig gezogen. Gute Petroleumsorten haben jedenfalls einen erheblich höheren Entflammungspunkt (z. B. 40°). Am heftigsten explodiert Luft mit etwa 10% Petroleumdampf.

Der Entflammungspunkt des Brennspiritus liegt bei etwa 20°. Bei guten Lampenkonstruktionen ist die Spiritusbeleuchtung aber nicht gefährlicher als die Petroleumbeleuchtung. Die Vorschriften über das Azetylen sind bereits auf S. 329 erwähnt worden

Vor Leuchtgasexplosionen sollte die Warnung durch den Geruchssinn und verständiges Vorgehen (zunächst gründliche Lüftung, dann erst Ableuchten) bewahren.

Nach Bunte lassen sich die Explosionsgrenzen wichtiger Luftgasmischungen, wie folgt, angeben:

Es explodiert Luft mit einem Dampf- oder Gasgehalt

bei	Alkohol	von	4—14%
,,	Azetylen	,,	4—52%
,,	Kohlenoxyd	,,	17—75%
,,	Leuchtgas	,,	8—19%
,,	Wassergas	,,	13—67%
,,	Wasserstoff	,,	10—66%.

6. Unfälle durch den elektrischen Strom.

Gegen die Gefahren des elektrischen Stroms — Feuers- und Unfallsgefahr — schützt eine sachgemäße Installation. Der Verband Deutscher Elektrotechniker hat hierfür besondere Sicherheitsvorschriften aufgestellt.

Unfälle durch den elektrischen Strom kommen zustande entweder durch Verbrennungen oder durch Lichtwirkungen (Ophthalmia electrica) oder durch reine Stromwirkungen auf lebenswichtige Organe. Ausschlaggebend für den Eintritt der letztgenannten Unfälle ist der Widerstand, den der elektrische Strom auf seinem Weg durch den Körper findet und die Richtung, welche er einschlägt. Von der letzteren hängt es ab, ob lebenswichtige Körperorgane in den unmittelbaren Strombereich kommen.

Nach dem Ohmschen Gesetz ist Stromstärke $= \frac{\text{Spannung}}{\text{Widerstand}}$ d. h. bei gleichbleibender Spannung wächst die Stromstärke mit sinkendem Widerstand und bei gleichbleibendem Widerstand steigt die Stromstärke mit der Spannung.

Die den Körper durchfließende Stromstärke ist neben der Spannung das für den Unfall hauptsächlich Maßgebende. Höhere Spannungen sind daher gefährlicher als niedrige, aber die Berührung auch eines Stromleiters mit niedriger Spannung, welche für gewöhnlich ohne Schaden vorgenommen wird, kann lebensgefährlich werden, wenn der Widerstand des Körpers ausnahmsweise sehr gering geworden ist. Man hat daher schon Todesfälle bei Berührung von Leitungen unter 100 Volt Spannung beobachtet. Außerdem sinkt der Widerstand des Körpers mit der Dauer der Berührung. Kurze, streifende Berührung ist daher ungefährlicher als länger anhaltende.

Nun wird der Widerstand des Körpers sehr gering, wenn der Übergangswiderstand an der Eintritts- und Austrittsstelle des Stromes sehr niedrig ist. Dies ereignet sich am häufigsten bei Durchfeuchtung der Haut mit Schweiß u. dgl. oder wenn sich der Körper im Wasser befindet (Unfälle in metallenen Badewannen). Ein unipolarer Kontakt ist ferner minder gefährlich als ein bipolarer. Steht der vom Strom betroffene isoliert, oder nahezu isoliert, wie in sog. „trockenen Betrieben", so ist eine unipolare Berührung ungefährlich, ist die betreffende Person dagegen „geerdet", d. h. gut leitend mit der Erde verbunden, steht sie z. B. in Verbindung mit Wasserleitungsröhren, Eisenkonstruktionen usw., so vermag schon ein schwacher Strom Unheil anzurichten.

Es handle sich z. B. um die Berührung eines blanken Stromleiters von 6 Ampère und 250 Volt Spannung. Die Berührung erfolgt mit trockener Hand, die betreffende Person steht auf trockenem Boden. Die Übergangswiderstände sind in diesem Falle groß, so daß der Gesamtwiderstand zu 50 000 Ohm angenommen werden kann, dann ergibt sich eine Stromstärke von $\frac{250}{50\,000} = 0{,}005$ Ampère, d. h. die Wirkung äußert sich nur als harmloser elektrischer Schlag. Sinkt nun der Widerstand des bipolar in den Stromkreis eingeschalteten Körpers unter besonders ungünstigen Umständen beispielsweise auf 2000 Ohm, so würde im vorliegenden Fall ein Strom von $\frac{250}{2000} = 0{,}125$ Ampère durch den Körper gehen.

Liegen lebenswichtige Organe in der intrapolaren Strecke (z. B das Herz), so kann tatsächlich schon ein Strom über 0,1 Ampère, wie die Erfahrung lehrt, lebensgefährlich werden.

Aus diesen Gründen sollten z. B. elektrische Handapparate, also auch bewegliche Lampen, elektrische Kochgeschirre usw. dort vermieden werden, wo durch die offen liegenden Röhren von Wasserleitungen, durch blanke Zapfhähne u. dgl. gefährliche Situationen entstehen können (z. B. Berührung eines stromführenden Teils einer Lampe mit der einen und gleichzeitiges Anfassen eines Wasserleitungshahns mit der anderen, feuchten Hand).

Über die Ursachen des elektrischen Todes (Herzflimmern, primäre Atmungslähmung) bestehen noch gewisse Meinungsverschiedenheiten. Bisweilen handelt es sich bei diesen Unfällen um einen Scheintod. Wiederbelebungsversuche durch künstliche Atmung (Pulmotor), Faradisation usw. sind deshalb gründlich durchzuführen. Ein preußischer Ministerialerlaß vom 22. Juli 1914 empfiehlt das Merkblatt des Verbandes Deutscher Elektrotechniker, betreffend Verhaltungsmaßregeln gegenüber elektrischen Freileitungen. Die Vereinigung österreichischer Elektrizitätswerke hat im Jahre 1912 ein Merkblatt für die erste Hilfe bei elektrischen Unfällen herausgegeben. (Vgl. auch S. 378.)

Im allgemeinen scheint der Wechselstrom mehr Gefahren mit sich zu bringen als der Gleichstrom, doch besteht auch über diesen Punkt eine einheitliche Auffassung noch nicht.

E. Schädigung des Auges durch Infektionserreger und chemische Einflüsse (Gifte).

Von Infektionskrankheiten sind für das Auge bedeutungsvoll Gonorrhoe (Blenorrhoea neonatorum), Trachom (ägyptische Augenkrankheit), Lues, Tuberkulose, Pocken, Masern, Diphtherie; von anderen Krankheiten Diabetes, Nephritis, gewisse Erkrankungen des Zentralnervensystems usw. Der Prophylaxe am zugänglichsten sind die drei zuerst genannten Infektionskrankheiten. Durch preuß. Ministerialerlasse vom 27. Dez. 1895 und 8. Juli 1901 ist die Anwendung des Credéschen prophylaktischen Verfahrens (Einträufelung einer 1% Arg. nitricum-Lösung) bei Neugeborenen zur Verhütung der Blennorrhoe zur Pflicht gemacht.

Trachom ist anzeigepflichtig.

Auch Schädigungen chemischer Natur bedrohen bisweilen das Auge. Abgesehen von gewissen Arzneimitteln (Atoxyl, Chinin, Extractum filicis), ist es vor allem der Mißbrauch von Alkohol und Tabak, welcher — allerdings meist vorübergehende — Erkrankungen des Auges hervorruft.

Besonders zu erwähnen ist der Methylalkohol. Der innerliche Genuß dieses Mittels in Mengen von nur wenigen Kubikzentimetern kann bereits neben sonstigen Vergiftungserscheinungen zur Entstehung zentraler absoluter Skotome, bedingt durch Entzündung des Sehnerven, und zu Erblindung führen. Auch die längere Einatmung von Methylalkoholdämpfen kann diese Folgen haben.

Die Prüfung auf Farbenblindheit ist besonders wichtig bei Eisenbahnbediensteten und Seeleuten.

Nach den Ergebnissen der Volkszählung vom 1. Dez. 1900 entfielen auf je 10 000 ortsanwesende Einwohner des Deutschen Reiches 6,1 Blinde. Hiervon waren annähernd 60% über 50 Jahre alt. In etwa 25% der Fälle ist die Blindheit angeboren, bei 75% sind Infektionskrankheiten und Verletzungen die Ursache.

III. Hygiene des Gehörssinnes.

Das Gehörorgan steht, wie die schematische Abbildung (Abb. 134) zeigt, durch das äußere Ohr mit der freien Außenluft, durch das Mittelohr mit dem Nasenrachenraum in Verbindung. Auf beiden Wegen kann es zu Schädigungen des Organs kommen. Die Schädlichkeiten können physikalischer oder chemischer Natur sein oder durch Infektionserreger bedingt werden.

Zu starke Schalleinwirkungen kommen in manchen Gewerbebetrieben vor, so in den Kesselschmieden und in den Metalle verarbeiten-

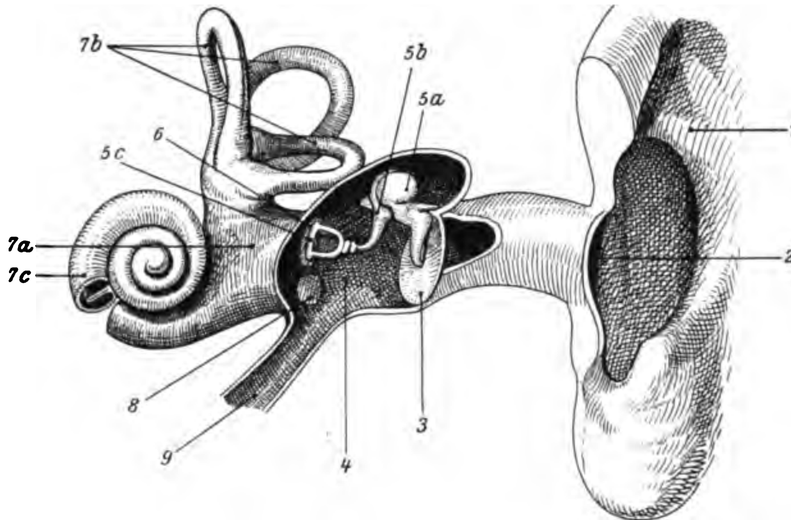


Abb. 134. Das Gehörorgan in schematischer Darstellung. (Nach Eschner-Haug.)

1 = Ohrmuschel. 2 = Äußerer Gehörgang. 3 = Trommelfell. 4 = Paukenhöhle. 5 a = Hammer, am Trommelfell angewachsen. 5 b = Amboß. 5 c = Steigbügel, am ovalen Fenster befestigt. 6 = ovales Fenster. 7 a b c = Labyrinth und zwar: a = Vorhof, b = Bogengänge, c = Schnecke (links unten aufgeschnitten gezeichnet). 8 = rundes Fenster. 9 = Ohrtrompete (Tuba Eustachii).

den Gewerben überhaupt, starke Luftdruckschwankungen bei Caissonarbeitern. Beide können zur Schwerhörigkeit und Ertaubung führen. Die Einführung von Antiphonen in den äußeren Gehörgang kann bei übermäßigen Schalleinwirkungen nur einen teilweisen Nutzen stiften, da die Schalleitung durch die Kopfknochen bestehen bleibt.

Zu Störungen nervöser Natur führt die ununterbrochene Einwirkung auch nur mittelstarker Geräusche, wie sie das Leben in den großen Städten, das Wohnen in dichtbesetzten Häusern u. dgl. leicht mit sich bringt. Es fehlt dem Sinnesorgan in diesen Fällen an Gelegenheit zum Ausruhen und von dieser Überreizung eines Gehirnnerven aus kann das ganze Nervensystem in Mitleidenschaft gezogen werden (Neurasthenie). Die Bekämpfung des vermeidbaren Lärms ist eine wichtige, leider bisher nur wenig behandelte Aufgabe der Großstadthygiene. Namentlich für den geistig arbeitenden ist der Schutz gegen Lärm ein unbestreitbares Bedürfnis.

Dieser Schutz läßt sich bis zu einem gewissen Grade erzielen durch Herauslegen der Wohnungen aus den verkehrsreichen Straßen in die

Vororte, Herstellung schalldämpfender Straßendecken (Asphalt), Anbringung schalldämpfenden Füllungsmateriales zwischen Doppelwänden (feiner Sand, Kieselgur, Korkmehl u. dgl.); beim Bau von Häusern: durch Brechung der Schallwellen an der Grenze verschiedener Materialien (Isolierschichten aus Dachpappe zwischen Mauerwerk und Decke), durch Anwendung schalldämpfender Fußbodenbeläge (Linoleum auf Korkplatten) in den Wohnungen usw. Leider lassen sich manche Mittel zur Erreichung der Schallsicherheit nicht mit den statischen Anforderungen des Baumeisters vereinigen. Ihre Anwendung ist ferner im allgemeinen sehr kostspielig und daher für Mietshäuser wenig in Frage kommend.

Sehr mangelhaft ist noch der Schutz, welchen dem Ruhebedürftigen Hausordnungen, Polizeiverordnungen und Gesetze bieten. Als eines gesteigerten polizeilichen Schutzes bedürftig gilt nur die Zeit der Nachtruhe. Eine einfache Belästigung gewährt noch keinen Anspruch auf Schutz, es muß eine Gefährdung der Gesundheit durch den übermäßigen Lärm drohen. Das Einschreiten der Polizei stützt sich lediglich auf das allgemeine Landrecht für die preußischen Staaten vom Jahre 1821, und zwar auf § 10, 17. Tit., II. Th., nach welchem es „das Amt der Polizey ist, die nötigen Anstalten . . . zur Abwendung der dem Publiko, oder einzelnen Mitgliedern desselben bevorstehenden Gefahr zu treffen", ferner auf den § 360, Nr. 11 des Reichsstrafgesetzbuches (Grober Unfug). Unter Umständen sind auch die §§ 544, 906 u. 907 des B.G.B. anwendbar. Die Gerichtsentscheidungen sind leider wenig einheitlich. Als Maßstab dient im allgemeinen die normale Gesundheit, nur vereinzelt hat das Gericht auch die Gesundheit nervöser Personen als schutzbedürftig angesehen.

Von Intoxikationen, welche das Gehörorgan in Mitleidenschaft ziehen, sei genannt die gewerbliche Bleivergiftung, von Arzneimitteln Chinin und Salicylsäure.

Infektionen des Ohres erfolgen zumeist vom Nasenrachenraum aus durch die Tuba Eustachii und lokalisieren sich im Mittelohr. Bei einer Reihe von Infektionskrankheiten, wie Masern, Diphtherie, Typhus, Influenza, epidem. Parotitis, besonders aber bei Scharlach gehören Mittelohrerkrankungen zu den gefürchtetsten Nachkrankheiten (Entstehung der erworbenen Taubstummheit). Ebenso hat die epidemische Genickstarre häufig schwere Gehörsstörungen im Gefolge. Hierzu kommen die Erkrankungen des Mittelohrs im Anschluß an ein Trauma von außen, Fremdkörper usw.

Auf die mit den Mittelohreiterungen verbundene Lebensgefahr (Meningitis) braucht kaum hingewiesen zu werden.

Taubstummheit ist angeboren oder erworben. Im ersteren Fall spielt die Vererbung der Taubheit eine gewisse Rolle, ebenso die Blutsverwandtschaft der Eltern (Inzucht). Erworben kann Taubstummheit durch frühzeitigen Verlust des Gehörs durch Meningitis und die oben erwähnten Krankheiten werden. Auf je 10 000 Einwohner Deutschlands kommen 8—9 Taubstumme. In gewissen Ländern ist der Prozentsatz ein weit höherer, z. B. in der Schweiz. Vielleicht spielen hier noch andere ätiologische Faktoren mit.

IV. Geruchs- und Geschmackssinn.

Dem Geruchs- und Geschmackssinn kommt eine eminent prophylaktische Bedeutung zu, da mit Hilfe beider eine Reihe drohender Schädlichkeiten rechtzeitig erkannt und damit vermieden werden können.

Die Reizschwelle liegt für manche riechenden Substanzen sehr niedrig, so z. B. für Schwefelwasserstoff bei 0,0002 mg, bei Merkaptan

noch tiefer. Durch den Geschmackssinn lassen sich besonders bittere Stoffe (z. B. Strychnin) noch feststellen, wenn 1 mg in 1 Liter Wasser gelöst ist.

Die Geruchsempfindungen werden durch den Bulbus olfactorius, die Geschmacksempfindungen durch den N. glossopharyngeus und den N. Trigeminus vermittelt.

Geruchs- und Geschmacksempfindungen können sich gegenseitig verdecken oder aufheben.

Die Auslösung widerlicher Geruchs- und Geschmacksempfindungen vermag einen erheblichen Einfluß auf das Allgemeinbefinden, im besonderen auf den Ernährungszustand, reflektorisch Erbrechen und bei Hyperästhesie auch andere Erscheinungen (Kopfschmerz, Schwindel u. dgl.) hervorzurufen. Geruchsbelästigungen und Veränderungen des normalen Geschmacks sind daher hygienisch in ihrer Wichtigkeit nicht gering zu veranschlagen. Fehlen oder dauernder vollständiger Verlust der Geruchs- und Geschmacksempfindung wird nur verhältnismäßig selten beobachtet, wohl aber Unterempfindlichkeit.

Aufgabe der Hygiene ist es, die Entstehung oder Verbreitung übler Gerüche in der Nähe menschlicher Behausungen zu verhüten. Vgl. hierzu die Kapitel Lüftung, und Beseitigung der Abfallstoffe. Viele Gerüche haben die Eigenschaft, durch Adsorption sehr fest den Gegenständen anzuhaften, so daß sie durch Ventilation nicht beseitigt werden können. Hinsichtlich der Geschmacksveränderungen vgl. das Kapitel Nahrungs- und Genußmittel.

Das Ozon ist nicht imstande, Gerüche wirklich zu zerstören. Augenscheinlich verdeckt es sie nur zeitweise, kann aber in dieser Beziehung immerhin von Wert sein.

Polizeilicher Schutz gegen Geruchsbelästigungen kann auf Grund des oben erwähnten allgemeinen Landrechts und der §§ 906—907 des B.G.B. beansprucht werden. Nach dem Urteil des Preuß. Oberverwaltungsgerichtes vom 1. Okt. 1909 begründet die Beeinträchtigung des Genusses frischer Luft eine polizeilich zu beanstandende Gefährdung der Gesundheit.

V. Hautpflege und Muskelübung.

Durch die in der Haut vorhandenen Nervenendapparate (vgl. Abb. 96) werden Druck- (Tast-), Schmerz-, Kälte- und Wärmeempfindungen vermittelt. Zu partiellen Empfindungslähmungen kommt es am häufigsten bei Erkrankungen des Rückenmarkes, und zwar bei Erkrankungen der grauen Substanz der hinteren Wurzeln zu Störungen der Schmerz-, Kälte- und Wärmeempfindung, weniger stark scheint der Tastsinn beeinflußt zu werden. In zweiter Linie stellen sich Störungen der Empfindungen ein bei Erkrankung peripherer Nerven.

Die Hautempfindungen schützen in hervorragender Weise den Organismus gegen von außen kommende Schädigungen aller Art. Die Haut ist ferner ein wichtiges Regulationsorgan für die Eigenwärme des Körpers.

Hautaffektionen und Hauterkrankungen kommen vornehmlich in einzelnen Gewerbebetrieben vor, so bei Wäscherinnen, Maurern, Färbern, Arbeitern in Anilinfabriken und sonstigen chemischen Betrieben, Bergarbeitern. Hierzu kommen die Verletzungen und Verbrennungen.

Mangelnde Reinlichkeit begünstigt bei Infektionsgelegenheit das Entstehen parasitärer Hautaffektionen mit sekundären Kratz-Ekzemen (Skabies, Pediculi capitis und vestimenti).

Die reinigende Wirkung der Seife (fettsaures Alkali) beruht darauf, daß Seifenlösungen die Oberflächenspannung des Wassers gegen ölige Flüssigkeiten stark in ihrem Werte herabdrücken. Die Seifenlösung vermag hierdurch, Fette und Öle zu feinsten Tröpfchen zu emulgieren, in fettige Gewebe einzudringen, sie schlüpfrig zu machen und so die Entfernung von Unreinigkeiten zu erleichtern.

Eine regelmäßige Reinigung der Haut durch Waschungen oder Bäder ist unerläßlich. Die Bäder können gleichzeitig zur Pflege der Haut im weiteren Sinne dienen.

A. Bäder.

Als Reinigungsbäder kommen Wannen- und Brausebäder in Betracht. Letztere sind billiger und empfehlen sich daher überall dort,

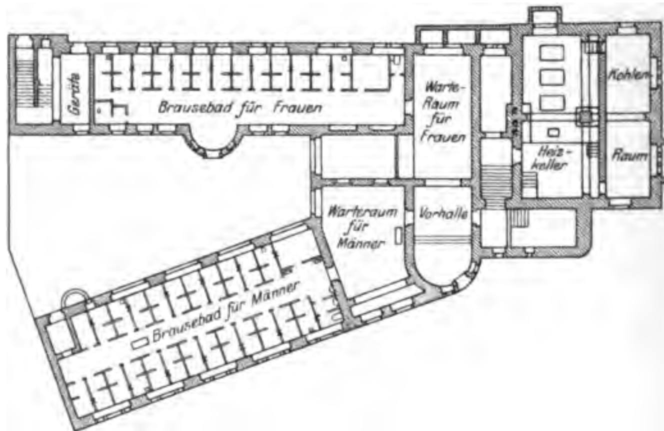


Abb. 135. Grundriß eines öffentlichen Brausebades in Breslau.

wo zahlreichen Personen innerhalb kurzer Zeit Gelegenheit gegeben werden soll, sich zu reinigen (Volksbäder, Schulbäder, Soldatenbäder, Arbeiterbäder). Die Benutzung der Bäder ließ sich früher bereits für einen Preis von 10 Pfg. für das Bad einschließlich Seife und Wäsche ermöglichen. Auskleide- und Brauseräume sollten nur dann gemeinsam sein, wenn das benutzende Publikum sehr gleichartig ist (z. B. in Schulen), sonst sind Einzelbadezellen vorzuziehen (Abb. 135).

Als Anlagekosten rechnete man bisher für jede Dusche etwa 1000 Mk. Unter Umständen ist die Anlage auch billiger herzustellen. Der Wasserverbrauch beträgt etwa 30—50 Liter für das Brausebad. Je eine Brause soll oberhalb des Badenden im Winkel von 45°, eine zweite womöglich am Boden nach aufwärts gerichtet, angebracht sein. Die Temperatur des Wassers soll sich zwischen 35 und 20° regeln lassen. Der wasserundurchlässige Boden der Zelle ist als Fußbecken zu vertiefen und muß

guten Abfluß haben. Wände sind am besten aus glasierten Fliesen herzustellen.

Wannenbäder sind in der Anlage und im Betriebe teurer, ihre Benutzung zeitraubender.

Man rechnet für ein Wannenvollbad für einen Erwachsenen etwa 300 Liter Wasser. Bis zu 28° C bezeichnet man ein Bad als kühl, lauwarme Bäder haben eine Temperatur bis 35°, warme Bäder eine solche von 35—39° und heiße Bäder Temperaturen von 39—42° C. Letztere dienen häufig schon therapeutischen und prophylaktischen Zwecken (Schwitzbäder).

Die Wannen sollen aus Material bestehen, das eine gute und schnelle Reinigung zuläßt, also aus Zink, emailliertem Gußeisen, Feuerton (Fayence). Auch bei der Konstruktion des Ablaufs und Überlaufs ist darauf zu achten, daß nicht Reste schmutzigen Badewassers in ihnen zurückbleiben können. Befindet sich der Warmwassererzeuger (Badeofen) in der Badezelle selbst, so ist, namentlich wenn die Beheizung durch Gas erfolgt, Vorsorge zu treffen, daß eine Anhäufung von Heizgasen oder ein Austritt unverbrannten Gases nicht vorkommen kann. An den Gasöfen sind ferner Sicherheitsvorkehrungen zu treffen, welche beim Anheizen eine Gasexplosion verhüten (Einrichtung einer besonderen Zündflamme). Brausen, deren Temperatur geregelt werden kann, sind auch mit Vorrichtungen zu versehen, welche ein plötzliches Ausströmen heißen Wassers und damit eine Verbrühung des Badenden verhindern (Sicherheitsmischhähne). Der Fußboden auch dieser Badezellen soll aus wasserundurchlässigem Material bestehen und einen Abfluß besitzen. Die Räume sollen ventilierbar sein und zwar durch Fensterlüftung.

Bäder in offenen Gewässern und künstlichen Wasserbassins (Schwimmbäder) dienen nicht zur Reinigung des Körpers, sondern zur Pflege der Haut im weiteren Sinne und zur Kräftigung des ganzen Körpers.

Das kalte Bad (unter 20° C) steigert den Stoffwechsel und wirkt erfrischend. Plötzliche Todesfälle im kalten Bade sind indessen nicht selten. Mittelbare Ursache hierfür ist wohl stets ein durch den Reiz des kalten Wassers bedingter Reflex (Shock), die unmittelbare Todesursache ist jedoch häufig nicht festzustellen. Als gefährlich gilt das kalte Schwimmbad unmittelbar nach einer reichlichen Mahlzeit oder nach starker körperlicher Anstrengung.

Die Bassinbäder gewähren den Vorzug der Benutzbarkeit auch in der kalten Jahreszeit. Bei der erheblichen Verunreinigung, welcher die öffentlichen Gewässer heute durch Abwässer aller Art ausgesetzt sind, nimmt die Bademöglichkeit im Freien ständig ab, wenigstens wenn die an das Wasser gestellten ästhetisch-hygienischen Ansprüche nicht zu niedrig bemessen werden. Den Laien stoßen die dem unbewaffnetem Auge leicht erkennbaren Veränderungen des Flußwassers, z. B. abnorme Färbungen, am ehesten ab, obgleich sie oft gesundheitlich nicht zu den bedenklichsten gehören. Weit gefährlicher sind die den städtischen Kanälen entströmenden, meist die Abgänge der Spülaborte enthaltenden Abwässer, wenn ihre Verdünnung durch das Flußwasser nicht sehr groß ist (wie z. B. beim Rheinstrom) oder wenn nicht eine weitgehende Reinigung der Abwässer vorher erfolgt ist. Nach stärkeren Regenfällen, bei welchen sich die Notauslässe der Kanalisationen nach dem Mischsystem öffnen, sind auch Flußbäder unterhalb solcher Städte bedenklich, welche ihre Abwässer bei Trockenwetter einem Rieselfeld zuführen.

Wieviel Infektionen z. B. mit Typhus und anderen Infektionskrankheiten dem Baden in verunreinigtem Oberflächenwasser zuzuschreiben sind, läßt sich natürlich nicht sagen. Kleinere Badeepidemien sind jedenfalls schon beobachtet worden. Nach § 17 des Reichsseuchengesetzes und nach § 8 des preußischen Gesetzes, betreffend die Bekämpfung

übertragbarer Krankheiten, kann in Orten, in welchen Cholera, Ruhr und Typhus herrschen, die Benutzung öffentlicher Bade- und Schwimmanstalten verboten oder beschränkt werden.

Auch das Wasser von Bassinbädern kann Infektionen hervorrufen. Beobachtet ist z. B. die Übertragung von trachomähnlicher Konjunktivitis.

Die Temperatur des Schwimmbassinwassers ist auf 20—22° C zu halten. Die Zeit, innerhalb welcher Neufüllung des Bassins gefordert werden muß, richtet sich nach dem Besuch und schwankt zwischen einmal und mehrmals wöchentlich. Ein ständiger Zufluß frischen Wassers von etwa 5% der Wassermenge ist außerdem üblich. Eine Benutzung des Badebassins ist nur denjenigen Personen zu gestatten, welche sich vorher durch ein Brausebad gereinigt haben. Mit einem Schwimmbad ist daher stets die Anlage von Brausebädern zu vereinigen.

Gewöhnlich werden auch gleichzeitig Einrichtungen für den Gebrauch von Schwitzbädern (Kastenbäder, Lichtbäder, römisch-irische, russische Bäder) getroffen.

Sehr verdient gemacht um die Förderung des Badewesens hat sich die „Deutsche Gesellschaft für Volksbäder“, welche 1899 ins Leben gerufen wurde.

Ein preußischer Ministerialerlaß vom 11. Juli 1910 gibt Anleitung zur Förderung des öffentlichen Badewesens und enthält eine Reihe von Normalien für die Einrichtung von Badeanstalten usw.

Nach § 107 seiner Dienstanweisung soll der Kreisarzt die Errichtung öffentlicher Badeanstalten zu fördern suchen und die vorhandenen Anstalten überwachen.

Ebenso wichtig, wie die Hautpflege durch Wasserbäder ist die Hautpflege durch Belüftung und Bestrahlung des nackten Körpers (Luftbäder, Licht- und Sonnenbäder). Besonders zur Erzielung einer gewissen Widerstandsfähigkeit gegen Erkältungseinflüsse ist das Luftbad von großer Bedeutung, zumal wenn mit ihm Gymnastik verbunden wird (Nacktturnen). Die Wärmeabgabe des trockenen Körpers im Luftbad erfolgt im wesentlichen nur durch Strahlung und ist erheblich geringer als die Wärmeabgabe im Wasserbade, wo durch Leitung große Mengen von Wärme dem Körper entzogen werden können.

B. Körperübungen.

Die Bedeutung der Körperübungen für die Gesundheit ist oben bereits gestreift worden. Der günstige Einfluß dieser Übungen einschließlich mäßigen Sportes liegt nicht nur auf körperlichem, sondern auch auf psychischem Gebiet. Mit der Übung der Muskelkraft, der Geschicklichkeit, der Schnelligkeit, der Entschlußfähigkeit geht ein gesteigertes Gefühl der Lebensfreude und des Selbstbewußtseins einher. Von Wichtigkeit ist die harmonische Ausbildung des Körpers, d. h. Vermeidung einseitiger Muskelbetätigung und die Ausführung der Übungen möglichst im Freien. Der Sport bietet ein ausgezeichnetes Gegengewicht gegen die meist sehr einseitige Berufstätigkeit, er lenkt von ungesunden Vergnügungen ab und hat zur Voraussetzung ein rationelles Verhalten gegenüber den Ernährungsfragen und den Genußmitteln.

Je nach dem Lebensalter kommen als zweckmäßige Übungen in Frage: Bewegungsspiele, Freiübungen, Wettspiele, Wandern, Bergsteigen, Radfahren, Übungen an Zanderschen Apparaten usw.

VI. Untersuchungsmethoden.

Die Methoden zur Messung der geistigen Arbeitskraft fallen nur zum Teil in das Gebiet der Hygiene. Es wird auf sie bei dem Kapitel Schulgesundheitspflege noch hinzuweisen sein.

Instrumente, die zur Messung von Lichtstärken benutzt werden, sind z. B. das Fettfleckphotometer von Bunsen oder das Photometer

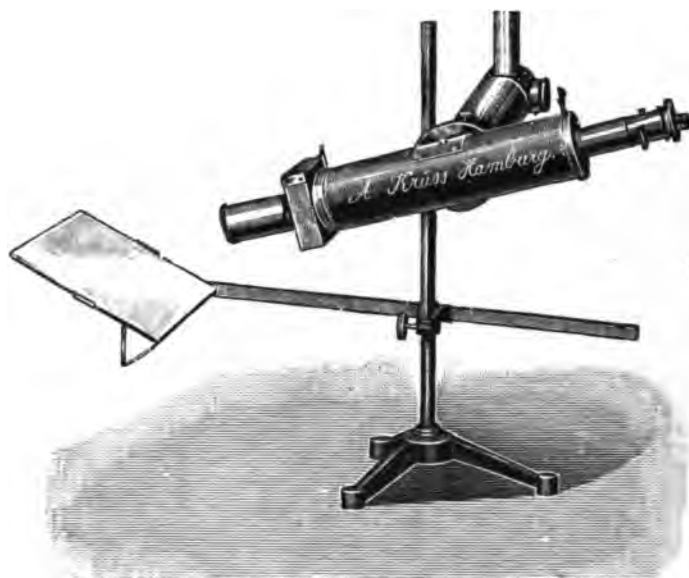


Abb. 136. Photometer von L. Weber.

von Lummer und Brodhun. In den hygienischen Laboratorien wird gewöhnlich das Universalphotometer von L. Weber (Abb. 136) angewandt. Mit ihm lassen sich nicht nur die Lichtstärken, sondern auch die hygienisch wichtigen Werte für die Beleuchtungsstärke und die Flächenhelligkeit feststellen. Zur Bestimmung des Lichtstroms (Lichtflusses) können mehrere Verfahren dienen. Vielfach hierfür verwendet wird das Kugelphotometer von Ulbricht. Ein kleiner, handlicher Apparat zur annähernden Bestimmung der Beleuchtungsstärke (der Helligkeit) ist der Beleuchtungsmesser von Wingen-Krüß. Auf eine nähere Erläuterung des Weberschen Photometers muß hier verzichtet werden. Das Notwendige ist der dem Apparat stets beigegebenen Beschreibung zu entnehmen.

Der Beleuchtungsmesser von Wingen-Krüß (Abb. 137) erlaubt, die Helligkeit von Meterkerze zu Meterkerze direkt abzulesen. Sein Meßbereich kann bis zu 500 Meterkerzen erweitert werden. Er beschränkt sich nicht nur auf die Messung in rotem

Licht, sondern mißt auch die Gesamthelligkeit. Die als Vergleich dienende Benzinlampe ist mit einem optischen Flammenmesser versehen. Der vor der Teilung mittels des mittleren Knopfes drehbare Zeiger gibt die Anzahl in Meterkerzen an, mit welcher die im Innern des Kastens befindliche drehbare Vergleichsfläche beleuchtet erscheint, wenn man durch das Okularrohr auf sie blickt. Durch das Okularrohr sieht man gleichzeitig auf die unten seitlich aus der Stirnwand des Kastens herausziehbare Meßfläche, welche an diejenige Stelle des Arbeitsplatzes gebracht wird, deren Helligkeit geprüft werden soll. Die drehbare Meßfläche wird nun so eingestellt, daß die Helligkeit der beiden Teile des Gesichtsfelds gleich erscheint. Die Zahl, auf welcher der Zeiger dann eingestellt ist, gibt unmittelbar die Helligkeit des Arbeitsplatzes an, wenn der unter dem Okular befindliche Lichtschwächungsschieber auf 1 steht. Ist die Helligkeit des Arbeitsplatzes größer als 50 Meterkerzen, so muß man den Lichtschwächungsschieber weiter durchschieben, so daß er auf 2, 5 oder 10 steht. Mit der zutreffenden Zahl des Schiebers muß dann die Angabe des Zeigers multipliziert werden. Man kann die Messungen durch Vorsetzen entsprechender Gläser bei rotem und grünem Licht machen, oder kann ohne farbiges Glas arbeiten. Bei Messungen von Tageshelligkeiten, wo also das Licht eine von der Flamme der Vergleichsbenzinlampe sehr abweichende Farbe hat und in allen ähnlichen Fällen muß man zur Bestimmung der Gesamthelligkeit eine Messung in Rot und Grün machen, aus beiden Messungen den Quotienten $\frac{\text{Grün}}{\text{Rot}}$ bilden und aus einer beigegebenen Tabelle einen zu diesem Quotienten gehörigen Wert k entnehmen, mit welchem das Ergebnis in Rot zu multiplizieren ist.

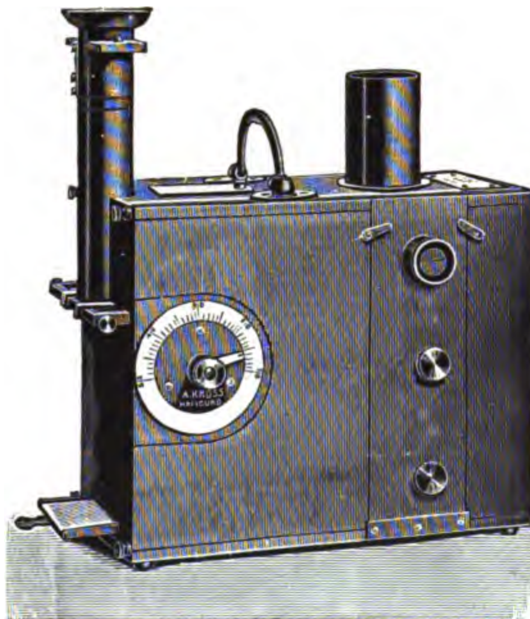


Abb. 137. Beleuchtungsmesser von Wingen-Krüß.

Angaben über die Messung des auf einen Arbeitsplatz treffenden direkten Himmelslichtes durch denWeberschen und Pleierschen Raumwinkelmesser, mittels des Thornerschen Apparates usw. finden sich bei dem Kapitel Schulhygiene.

Die Farbe des Lichtes wird gewöhnlich subjektiv beurteilt. Bei Verwendung eines Quarzprismas läßt sich die Größe der ultravioletten Strahlung auf photographischem Wege messen.

Zur Bestimmung der Flächenhelligkeit kann man sich des Weberschen Photometers bedienen, auch sind besondere Apparate (z. B. das Nitometer[1]) von Blondel) hierfür angegeben worden.

Von den Nebenprodukten der Beleuchtung werden Kohlensäure und Wasserdampf nach den im zweiten Abschnitt beschriebenen Methoden bestimmt. Die Menge der erzeugten Gesamtwärme ergibt sich durch Berechnung, die strahlende Wärme wird durch Messungen mittels der Thermosäule oder des Langleyschen Bolometers (Lummer und Kurlbaum) festgestellt.

[1]) Von „nitor", der Glanz.

Bei diesem Instrument nimmt ein System dünnster, berußter, kleiner Platinstreifen die strahlende Wärme auf. Aus der hierdurch bedingten Erhöhung des Widerstandes der Streifen für den elektrischen Strom, gemessen mittels der Wheatstonschen Brücke, berechnet sich die Wärmemenge.

Die Produkte der unvollkommenen Verbrennung von Lampen lassen sich in ihrer Gesamtheit nur durch Verbrennen der Abgase über glühendem Kupferoxyd, d. h. mit der Methode der Elementaranalyse bestimmen.

Für die Prüfung auf Kohlenoxyd gibt es eine Reihe von Methoden. Man prüft sowohl qualitativ als auch quantitativ. Die quantitativen Untersuchungen sind erheblich umständlicher.

Gewöhnlich wird die auf Kohlenoxyd zu prüfende Luft mittels eines Blasebalges in eine 10—20 Liter haltende Flasche eingeblasen, in dieser mit einer Blutlösung (etwa 1 Teil Blut + 4 Teile destillierten Wassers) längere Zeit kräftig geschüttelt und das Blut dann untersucht. Das Blut erhält man am bequemsten aus einer erweiterten Randvene eines Kaninchenohres, welches man im ausgespannten Zustand etwa $^1/_2$ Minute lang der Wärmestrahlung einer elektrischen Glühlampe ausgesetzt hat.

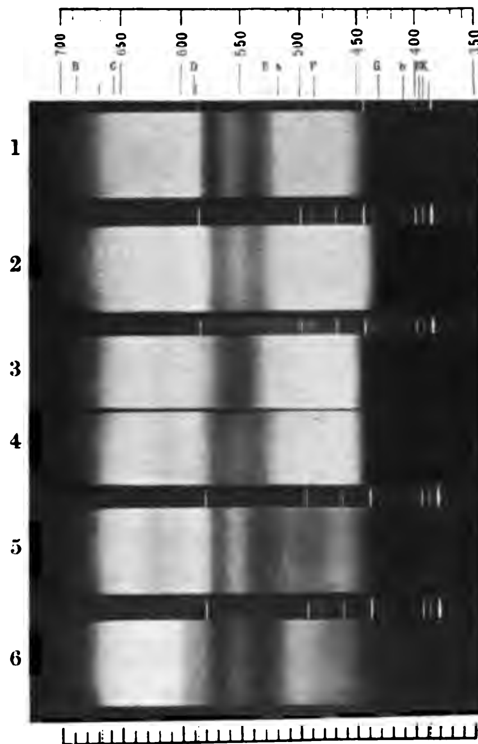


Abb. 138. Photographische Aufnahmen von Blutspektren nach Rost, Franz und Heise (Gitterspektren).

1. Blut verd. 1 : 100 Oxyhämoglobin.
2. „ „ 1 : 100 Kohlenoxydhämoglobin.
3. „ „ 1 : 200 Oxyhämoglobin } reduz. mit Schwefelammonium
4. „ „ 1 : 200 Kohlenoxydhämoglobin } reduz. mit Schwefelammonium (Leuchtgasvergiftung).
5. „ „ 1 : 80 Methämoglobin (Nitritvergiftung; neutrale Lösung).
6. „ „ 1 : 80 Desgl. + Ammoniak (alkalische Lösung).

Die Zahlen bedeuten die Wellenlänge in $\mu\mu$, die Buchstaben B—K die Fraunhoferschen Linien. Die hellen Linien stellen das mit aufgenommene Linienspektrum des Helium dar.

Prüfung auf Kohlenoxyd.

a) Spektroskopischer Nachweis (Stockes 1863, Hoppe-Seyler 1865).

Die eben genannte Blutlösung wird mit Wasser noch weiter verdünnt, bis die beiden Absorptionsstreifen des Oxyhämoglobins bzw. Kohlenoxydhämoglobins zwischen den Linien D und E in Gelb und Grün deutlich bei der Betrachtung mit dem Spektroskop (z. B. einem Vogelschen Taschenspektroskop) zu sehen sind (Abb. 138, 1, 2). Man fügt dann einige Tropfen Schwefelammonium oder ammoniakalisches Eisenoxydul als Reduktionsmittel hinzu, mischt und betrachtet von neuem. Handelte es sich um Kohlenoxydhämoglobin, so sind die beiden Absorptionsstreifen erhalten (Abb. 138, 4). Reduziertes Oxyhämoglobin zeigt dagegen nur noch einen stark verwaschenen Absorptionsstreifen, der etwa in der Mitte zwischen den beiden ursprünglichen Absorptionsstreifen liegt (Abb. 138, 3). Mit dieser Probe lassen sich Kohlenoxydmengen in der Luft von etwa 2,5‰ an aufwärts nachweisen. In Abb. 138, 5 u. 6 ist zum

Vergleich auch das Spektrum des Methämoglobins angegeben. Hier ist fast das ganze Spektrum bis auf den roten Teil ausgelöscht.

Kohlenoxydblut ist kirschrot (kirschrote Totenflecke an Kohlenoxydleichen). Die spektroskopische Prüfung ergibt gewöhnlich erst dann ein sicheres Ergebnis, wenn 25% und mehr des Hämoglobins in Kohlenoxydhämoglobin verwandelt sind. Weit empfindlicher ist die

b) Tanninprobe nach Kunkel und Welzel.

5 ccm des zu untersuchenden verdünnten Blutes (1 Blut + 4 Wasser) werden im Reagenzglase mit 15 ccm 1%iger Tanninlösung versetzt. Man läßt nach Umschütteln einige Stunden stehen. Oxyhämoglobinblut nimmt graue Farbe an. Kohlenoxydhämoglobinblut bleibt karmoisinrot. Die Probe ist lange haltbar.

Oder man mischt 10 ccm verdünntes Blut + 15 ccm 20%ige Ferrocyankaliumlösung + 2 ccm Essigsäure (aus 1 Vol. Eisessig und 2 Vol. Wasser bereitet). Normales Blut wird schwarzbraun, Kohlenoxydblut hellrot. Die Probe ist nicht haltbar. Mit diesen Proben lassen sich Kohlenoxydmengen in der Luft von etwa 0,2‰ an aufwärts nachweisen.

c) Formalinprobe nach Liebmann.

Die käufliche (40% Formaldehyd enthaltende) Formalinlösung wird zur Hälfte mit Wasser verdünnt. Zu 1 ccm Kohlenoxydblut fügt man in einem Reagenzglas 5 ccm der verdünnten Formalinlösung, desgleichen zu 1 ccm normalen Kontrollblutes dieselbe Menge. Nach Umschütteln zeigt sich in kurzer Zeit ein deutlicher Farbenunterschied. Das CO-Blut behält seinen kirschroten Farbenton, während sich das Kontrollblut nach kurzer Zeit braun färbt. Der Unterschied bleibt mehrere Tage bestehen.

d) Reduktion mit Palladiumchlorür.

Lange Streifen von photographischem Rohpapier (Rivespapier) werden in ihrem unteren Teil mit einer 2%igen Palladium-Ammoniumchlorürlösung (Kahlbaum-Berlin), $(NH_4)_2PdCl_6$ getränkt und, von überschüssiger Flüssigkeit befreit, feucht in Flaschen von mindestens 1 Liter Inhalt eingehängt, welche die zu untersuchende Luft und einige Tropfen Wasser enthalten. Die Flaschen werden zugestopft und nach 24 Stunden die Farbe des Papiers gemustert (Kontrollproben mit reiner Luft!). Beim Vorhandensein von Kohlenoxyd tritt Bräunung der Streifen auf (Abscheidung metallischen Palladiums) $PdCl_2 + CO + H_2O = Pd + 2\,HCl + CO_2$. Mit dieser Methode lassen sich noch mindestens 0,05‰ Kohlenoxyd in der Luft nachweisen.

e) Bestimmung mittels Jodpentoxyd.

Erwärmtes Jodpentoxyd reagiert mit Kohlenoxyd nach folgender Gleichung:

$$J_2O_5 + 5\,CO = 5\,CO_2 + 2\,J.$$

Es bilden sich also dem vorhandenen Kohlenoxyd entsprechende Mengen von Kohlensäure und Jod. Die Kohlensäure kann in titrierter Barytlauge aufgefangen und so bestimmt werden, das Jod wird in der üblichen Weise mit Natriumthiosulfatlösung titriert, oder, in Chloroform aufgefangen, kolorimetrisch bestimmt. Die Bestimmung der Kohlensäure gibt bei gleichzeitiger Anwesenheit von Wasserstoff richtigere Werte als die Jodtitration. Bei der Ausführung wird die zu untersuchende, von Kohlensäure und Wasserdampf befreite Luft durch ein mit Jodpentoxyd gefülltes U-förmiges Röhrchen geleitet, das im Wasserbade auf 70—100° erhitzt ist. Eine Luft mit einem CO-Gehalt von 0,005‰ gibt noch eine erkennbare Jodabscheidung.

Schweflige Säure läßt sich, außer durch den Geruch, durch aufgehängte Streifen von Kaliumjodatstärkepapier nachweisen, welches sich von einem Gehalt der Luft von etwa 0,03‰ schwefliger Säure an in einigen Minuten bläut.

Salpetrige Säure ist am besten im Kondenswasser nachweisbar (Durchleiten der zu untersuchenden Luft durch eisgekühlte Gefäße). Als Reagens dient α-Naphthylamin-Sulfanilsäurelösung (I. 0,5 g Sulfanilsäure in 150 ccm 30% Essigsäure gelöst. II. 0,1 g α-Naphthylamin in 20 ccm

kochendem Wasser gelöst. Mischung). Bei Anwesenheit von salpetriger Säure tritt Rotfärbung ein.

Der Rußgehalt der Luft kann durch Filtration gemessener Luftmengen durch weiße Papierfilter (Rubner, Renk) und Beobachtung der dabei erzielten Verfärbung beurteilt werden. (Vgl. S. 212.)

Zur Messung des Entflammungspunktes des Petroleums dient nach den Beschlüssen der internationalen Petroleumkommission von 1912 der Abel-Penskysche Apparat.

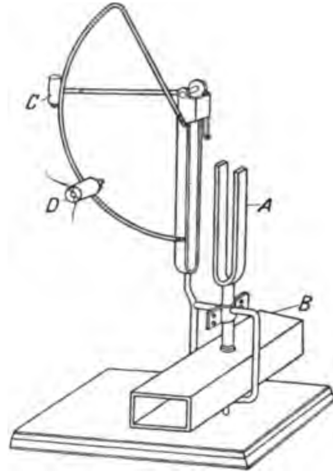


Abb. 139. Stimmgabelfallhammer.

A = Stimmgabel.
B = Resonanzkasten.
C = Fallhammer.
D = Elektrische Auslösevorrichtung.

Die Prüfung der Stärke von Geräuschen und Gerüchen erfolgt subjektiv und ist daher in ihren Ergebnissen von der Empfindlichkeit des jeweiligen Beobachters abhängig.

Bei wohnungshygienischen Untersuchungen kann bisweilen die vergleichsweise Prüfung der Schalldurchlässigkeit von Wänden Aufgabe sein. Hierfür ist u. a. die Stimmgabelmethode mittels des in Abb. 139 wiedergegebenen Stimmgabelfallhammers nach Ottenstein anwendbar.

Der Geruchssinn ist im allgemeinen schärfer als die chemische Reaktion, doch kann es bisweilen erforderlich sein, den objektiven Beweis für die Anwesenheit unangenehm riechender Stoffe, z. B. des Schwefelwasserstoffs zu erbringen.

Literatur.

Berger, Die Schallstärkemessung. Ges. Ing. 1914.
Grix, Fortschritte in der elektrischen Beleuchtungstechnik. Ges. Ing. 1913.
Haug, Hygiene des Ohres. 1902.
Henning, Der Geruch. 1916.
Hirsch, Die Berufskrankheiten des Auges. 1910.
Hueppe, Hygiene der Körperübungen. 1910.
Lecher, Lehrbuch der Physik für Mediziner. 2. Aufl. 1917.
Lummer, Grundlagen, Ziele und Grenzen der Leuchttechnik. 1918.
Lux, Das Beleuchtungswesen. 1914.
Reichenbach, Beleuchtung in Weyls Handbuch der Hygiene. 2. Aufl. 4. Bd. 1913.
Derselbe, Die Beziehungen der Beleuchtungstechnik zur Hygiene. Journal f. Gasbel. 1918.
Rumpf, Die Erhaltung der geistigen Gesundheit. 1919.
Schleyer, Bäder und Badeanstalten. 1909.
Taylor-Roesler, Die Grundsätze wissenschaftlicher Betriebsführung. 1919.
Weißbein, Hygiene des Sports. 1910.
Zander, Die Leibesübungen und ihre Bedeutung für die Gesundheit. 3. Aufl. 1910.

Fünfter Abschnitt.

Entwicklung, Fortpflanzung, Berufstätigkeit.

I. Hygiene des Säuglings und Kleinkindes.

Während die allgemeine Sterblichkeit dank den hygienischen Bestrebungen der letzten Jahrzehnte vor dem Weltkriege erheblich abgenommen hatte, gilt dies leider nicht in gleichem Maße für die Sterblichkeit der Kinder im ersten Lebensjahr, d. h. im eigentlichen Säuglingsalter. Besonders Deutschland weist im Vergleich zu manchen anderen Ländern, z. B. England und Skandinavien, eine hohe Sterbeziffer für die Säuglinge auf. Für das Jahr 1903 betrug sie beispielsweise im ganzen Deutschen Reich 20,4 auf 100 Lebendgeborene, in einzelnen Bundesstaaten, z. B. in Bayern und Sachsen war sie noch erheblich höher. In absoluten Zahlen ausgedrückt bedeutet diese Sterblichkeit einen jährlichen Verlust von etwa 400 000 Kindern innerhalb des ersten Lebensjahres. Diese hohe Kindersterblichkeit ist nachweislich nicht eine natürliche Auslese im Sinne der Darwinschen Theorie (Prinzing), daher ist ihre Bekämpfung auch vom rassenhygienischen Standpunkte aus zu fordern. Die hohe Säuglingssterblichkeit war bisher vom bevölkerungspolitischen Standpunkt aus noch bedenklicher geworden durch den starken Rückgang der Geburtenhäufigkeit in Deutschland. Die Zahl der Geburten betrug z. B. im Jahre 1908 in Preußen rund 33 p. M., 1909 32 p. M., 1910 31 p. M. und 1911 nur noch 30 p. M. der Einwohnerzahl. Daß eine weitere sehr starke Abnahme der Geburtenziffer während des Krieges stattgefunden hat, ist bekannt und nicht verwunderlich. Vgl. auch die statistischen Angaben im siebenten Abschnitt.

Die hauptsächlichsten Gründe für die hohe Säuglingssterblichkeit liegen in Ernährungsstörungen der Kinder begründet. Magen- und Darmerkrankungen räumen unter ihnen in weit höherem Maße auf als die übrigen Todesursachen dieses Lebensalters. Deshalb hat die Prophylaxe auch in erster Linie auf die Sicherstellung der Säuglingsernährung hinzuarbeiten. Es ist eine alte Erfahrung, daß die an der Brust genährten Säuglinge weit bessere Aussichten haben, das kritische erste Lebensjahr zu überstehen, als die künstlich genährten. Es starben beispielsweise in Berlin im Jahre 1901 von den mit Muttermilch ernährten Säuglingen 841, von den mit Tiermilch ernährten aber 6982! Die Aufgaben lauten daher: 1. Förderung der natürlichen Ernährung und, erst wenn diese nicht möglich ist, 2. Sorge für einwandfreie künstliche Ernährung.

Natürliche Ernährung. Nach dem Urteil maßgebender Fachärzte ist der Prozentsatz der Frauen, die gänzlich unfähig zum Stillen sind, gering, doch gibt es eine Reihe von Gründen, welche das Stillen sowohl im Interesse der Mutter als auch im Interesse des Kindes verbieten. Bei vorgeschrittener Tuberkulose der Mutter kann das Stillen für die Mutter gefährlich werden. Doch ist hier von Fall zu Fall und nicht schematisch zu entscheiden. Gefahren für das Kind liegen dann vor, wenn die Mutter an offener Tuberkulose leidet, nicht weil die Tuberkelbazillen in die Milch übergehen — das ist im allgemeinen nicht der Fall — aber weil durch die enge Verbindung zwischen Mutter und Kind die Übertragung des Infektionserregers auf das Kind sonst zu befürchten ist. Die Kinder syphilitischer Mütter müssen in den meisten Fällen als (auf dem Wege des Plazentarkreislaufs) bereits mit Syphilis infiziert gelten, so daß kein Grund vorliegt, den syphilitischen Müttern das Stillen zu verbieten, umgekehrt ist eine Mutter, die ein hereditär-syphilitisches Kind zur Welt bringt, nicht syphilisimmun (Collessches Gesetz), sondern in der Regel latent syphilitisch. Also auch hier bedarf es gewöhnlich keiner besonderen Vorsichtsmaßregeln. Dagegen sind fieberhafte Erkrankungen und manche psychischen und Nervenkrankheiten der Mutter ein Stillhindernis. Die Ansichten der Ärzte hinsichtlich der Frage des Stillverbotes sind übrigens nicht übereinstimmend.

Wenn das Stillgeschäft in so vielen Fällen von der Mutter abgelehnt wird, so sind dafür — abgesehen von der Unkenntnis des Wertes der mütterlichen Ernährung für das Kind — hauptsächlich soziale Gründe maßgebend, in den wohlhabenderen Kreisen leider oft die Bequemlichkeit, in den unbemittelten Kreisen die Erwerbstätigkeit der Mutter außerhalb des Hauses. Durch entsprechende Belehrung, die schon in den höheren Klassen der Mädchenschulen einsetzen sollte, durch Gewährung von Stillprämien, Aufnahme in Wöchnerinnenheime, Mütterheime u. dgl. wird in vielen Fällen die natürliche Ernährung des Säuglings sich ermöglichen lassen, in welchen sie sonst von der künstlichen verdrängt werden würde.

Die künstliche Ernährung kann nur dann ohne Schaden für den Säugling angewandt werden, wenn sowohl die Beschaffenheit der Milch als auch ihre Zubereitung und Darreichung einwandfrei ist. Wegen des ersten Punktes ist auf die betreffenden Ausführungen im dritten Abschnitt dieses Buches (S. 247) hinzuweisen. Es möge hier nur noch einmal betont werden, daß die gewöhnliche Marktmilch unmittelbar nach dem Einkauf 3—5 Minuten lang aufzukochen und dann sofort durch Einstellen in mehrfach gewechseltes, kaltes Wasser, in eine Kühlkiste oder in einen Eisschrank zu kühlen und, vor Verunreinigung jeder Art geschützt, bis zur Benutzung kühl aufzubewahren ist. Die notwendigen Milchmischungen, wie „Drittelmilch", „Halbmilch" usw. werden dann jeweils von dieser Milch hergestellt. Steht ein Sterilisierapparat (Soxleth u. dgl.) zur Verfügung, so empfiehlt es sich, die Mischungen sofort herzustellen, in die Flaschen abzufüllen, in diesen zu sterilisieren und die Flaschen dann kühl bis zum Verbrauch aufzubewahren. Der „Demosterilisator" nach Bickel und Röder kann zugleich als Kühlgefäß benutzt werden. Bei beiden Verfahren wird also das unzuträgliche mehrfache Umgießen der Milch vermieden.

Bei dem Demosterilisator (Abb. 117 auf S. 263) geschieht die Sterilisation in der Weise, daß das Kochgefäß, in dem das Gestell mit den entsprechend gefüllten

Milchfläschchen steht, mit Wasser gefüllt wird. Das Kochgefäß wird dann auf das Feuer gesetzt, und man läßt von dem Zeitpunkte des Aufwallens an 1—2 Minuten — nicht länger — das Wasser im Kochgefäße sieden. Nunmehr nimmt man das Gefäß vom Feuer und unterkühlt, indem man das Kochgefäß mit den Flaschen und dem Wasser sofort unter den Hahn der Wasserleitung stellt. Man läßt das Wasser in starkem Strom 15 Minuten lang in das Gefäß laufen. Nach Verlauf der 15 Minuten wird das Gestell mit den Milch-Fläschchen aus dem Kochgefäß gehoben und in das große doppelwandige Gefäß gesetzt, welches vorher bis zu der im Innern erkennbaren Marke mit kaltem Wasser gefüllt ist. Nun wird der trichterförmige Einsatz in das Gefäß gesetzt, ebenfalls mit demselben kalten Wasser bis zum Rande der napfartigen Erweiterung gefüllt, der Deckel auf das Gefäß gesetzt und dieses beiseite gestellt.



Abb. 140. Säuglingsmilchküche. (Kaiserin Auguste-Victoria-Haus zur Bekämpfung der Säuglingssterblichkeit im Deutschen Reiche.)

Zur Entnahme der einzelnen Milchflaschen wird lediglich die kleine Öffnung in dem trichterförmigen Einsatz, der entsprechend gedreht werden kann, benutzt.

Bei Wohnungstemperaturen bis zu 25° C kommt man mit einer einzigen Kühlung aus. Beträgt die Temperatur während der heißen Monate des Sommers in den Wohnungen 26° C oder noch mehr, so ist eine weitere Unterkühlung 12 Stunden nach der ersten vorzunehmen. Durch Hinzugabe von etwas Eis in das Kälterohr läßt sich übrigens jeder vorkommenden Außentemperatur begegnen.

Die Saugflaschen selbst sollen innen völlig glatt und ohne spitze Winkel und Ecken sein, weil solche der gründlichen Reinigung Schwierigkeiten bereiten. Die nach Grammen eingeteilten Flaschen („Baginsky-Flasche" und „Normalflasche" des Kaiserin Auguste-Victoria-Hauses zur Bekämpfung der Säuglingssterblichkeit) sind den Flaschen mit einfacher Stricheinteilung der leichteren Bemessung der Trinkmengen wegen vorzuziehen. Als Sauger sind nur die einfachen Gummisauger in Zuckerhutform zu benutzen, alle komplizierteren Saugeeinrichtungen der schwierigen Reinhaltung wegen zu vermeiden. Das Auswischen der Mundhöhle der Säuglinge zwecks Reinigung ist wegen der leichten Verletzlichkeit der Mundhöhlenschleimhaut bedenklich und daher zu unterlassen.

Sehr zweckmäßig ist die Einrichtung städtischer oder durch die Stadt beaufsichtigter Säuglingsmilchküchen, die am besten den Fürsorgestellen (vgl. unter II) angegliedert und in welchen die Milch bzw. die Milchverdünnungen usw. gleich in trinkfertigen Einzelportionen sachgemäß hergestellt und abgegeben werden (Abb. 140).

Es ist aber nicht die künstliche unsachgemäße Ernährung allein, welche das Leben so vieler Säuglinge bedroht, auch die ungünstige soziale Lage der Mutter, schlechte Wohnungsverhältnisse u. dgl. wirken dabei mit. So starben im Durchschnitt 1903/05 in Berlin von 100 Lebendgeborenen im 1. Lebensjahre in den westlichen Vororten, welche von der wohlhabenderen Bevölkerung bewohnt sind, nur 15,9 gegenüber 20,1 in Berlin selbst. Besonders gefährlich sind schlechte Wohnungsverhältnisse in der heißen Jahreszeit. Die ungewöhnliche Sommerhitze des Jahres 1911 hatte z. B. eine enorme Steigerung der Säuglingssterblichkeit im Gefolge. Die Zahl der damals in Preußen gestorbenen Säuglinge betrug allein in der Zeit vom 1. Juli bis 30. September um 30000 mehr als durchschnittlich in dem gleichen Zeitraum der vorhergegangenen Jahre.

Zur Belehrung der Bevölkerung über die Gründe der Säuglingssterblichkeit und über die Mittel, ihr zu begegnen, sind von dem Kaiserin-Auguste-Victoria-Haus zur Bekämpfung der Säuglingssterblichkeit im Deutschen Reiche eine Anzahl vorzüglicher Merkblätter herausgegeben worden, so das „Flugblatt zum Schutze der Säuglinge“, das „Merkblatt für die Ernährung und Pflege des Säuglings und des Kleinkindes“ und das „Hitze-Merkblatt zur Verhütung der Sommersterblichkeit der Säuglinge“.

Durch die Reichsversicherungsordnung vom 19. Juli 1911 war Wöchnerinnen ein Wochengeld in Höhe des Krankengeldes für 8 Wochen oder Kur und Verpflegung in einem Wöchnerinnenheim gewährt worden. Wöchnerinnen, welche ihre Neugeborenen selbst stillen, konnte bis zum Ablauf der 12. Woche nach der Niederkunft ein Stillgeld bis zur Höhe des halben Krankengeldes zugebilligt werden. Durch das Reichsgesetz über Wochenhilfe und Wochenfürsorge vom 26. Sept. 1919 werden Wochengeld auf 10 Wochen und Stillgeld bis zum Ablauf der 12. Woche in jedem Falle gewährt, daneben Beihilfen für die Kosten der Entbindung usw. Eine weitere Ausdehnung des Wochen- und Stillgeldbezugs (auf 13 bzw. 26 Wochen) ist möglich. Auch sonst sieht das Gesetz eine Erhöhung gewisser Leistungen der R.V.O. vor.

Das durchschnittliche Gewicht des Neugeborenen beträgt im Mittel rund 3000 g. Der normale Säugling verdoppelt bei ausreichender Ernährung sein Körpergewicht in spätestens 6 Monaten und verdreifacht es in einem Jahre. Von der dritten Lebenswoche an bedarf nach Heubner das Kind einer täglichen Kalorienzufuhr von 85 bis 100 Kalorien für das Kilogramm Körpergewicht. Bei künstlicher Ernährung wird vom 7. oder 8. Monat an unverdünnte Milch gereicht. Von dieser Zeit an, d. h. nach dem Durchbruch der ersten Zähne, kann das Kind auch etwas Beinahrung zur Milch erhalten.

Bei der Säuglingspflege ist neben einer richtigen Ernährung auf die allgemeine Körperpflege durch tägliche Bäder, zweckmäßige Bekleidung usw. zu achten. Für genügende Warmhaltung ist namentlich in der ersten Lebenszeit zu sorgen, andererseits ist auch jede Wärmestauung sorgfältig zu vermeiden.

In das Säuglingsalter fällt die erstmalige Pockenschutzimpfung (vgl. S. 85 u. 131).

Die Ernährung der Kleinkinder jenseits des ersten Lebensjahres muß naturgemäß dem Wachstum Rechnung tragen (Kalorienbedarf für das Kilogramm Körpergewicht etwa 80), es soll aber auch eine Überfütterung namentlich mit Eiweißstoffen und Fett vermieden werden. Daß Kindern in diesem Lebensalter keine Nervenreizmittel, wie koffeinhaltige oder gar alkoholhaltige Getränke gereicht werden dürfen, bedarf kaum besonderer Betonung. Die normale Gewichtszunahme wird durch regelmäßige Wägungen wie im Säuglingsalter überwacht. Es beträgt im Mittel das Gewicht zu Ende des zweiten Lebensjahres $12^1/_2$ kg, zu Ende des vierten Lebensjahres 16 kg und zu Ende des 6. Lebensjahres 19 kg.

Ist das Kind beim Austritt aus dem Säuglingsalter auch der größten Gefahren überhoben, so bedrohen doch auch die folgenden Jahre des Kleinkindalters (2.—6. Lebensjahr) seine Gesundheit in erheblichem Maße. Von den Infektionskrankheiten sind es namentlich Masern, Scharlach, Diphtherie und Keuchhusten, ferner die Meningitis epidemica und tuberculosa und die Poliomyelitis acuta, die teils ihrer selbst wegen, teils wegen ihrer Nachwirkungen zu fürchten sind.

Der Keuchhusten tritt am häufigsten im ersten, die Poliomyelitis im zweiten, Masern, Scharlach und Diphtherie im 3. bzw. 4. Lebensjahre auf. Auch Erkrankungen der Lunge (Bronchopneumonien) sind häufig. Tuberkulöse Erkrankungen zeigen sich, von der tuberkulösen Meningitis abgesehen, vorwiegend als Knochen- und Gelenkerkrankungen, ferner als Lymphdrüsenschwellungen (sog. Skrofulose), oft vergesellschaftet mit der (nicht auf Tuberkulose beruhenden) exsudativen Diathese (Ekzeme usw). Lungentuberkulose ist in diesem Alter selten. In seinen Nachwirkungen besonders gefährlich ist der Scharlach. Etwa 15% der in Taubstummenanstalten untergebrachten Personen haben den Verlust ihres Gehörs auf eine Scharlacherkrankung im Kindesalter zurückzuführen. Die Poliomyelitis hat Verkrüppelungen im Gefolge.

Unter den Ernährungsstörungen ist die Rachitis während des zweiten Lebensjahres die häufigste Erscheinung.

Eine Verhütung der genannten Krankheiten ist leider nur in beschränktem Umfange möglich. Wegen der Infektionskrankheiten ist dieserhalb auf die Ausführungen im ersten Abschnitt des Buches hinzuweisen. Da auch die Ursache der Rachitis noch nicht aufgeklärt ist, fehlen zu ihrer Verhütung die sicheren Handhaben. Nur so viel lehrt die Erfahrung, daß die künstliche Ernährung und der Mangel an Licht und Luft das Auftreten der Rachitis begünstigt. Hieraus ergeben sich die prophylaktischen Maßnahmen.

II. Die Säuglings- und Kleinkinderfürsorge.

Neben der eigentlichen Hygiene nimmt die Fürsorge für Säuglinge und Kleinkinder eine immer wichtigere Stelle ein. Denn es genügt nicht, zu wissen, in welcher Weise die Gesundheit der Kinder erhalten werden kann, es müssen auch die Organe vorhanden sein, die dort, wo die natürliche Hilfe aus sozialen Ursachen versagt, die hygienischen Lehren in die Praxis umsetzen.

Nicht nur die unehelich geborenen Kinder sind der Fürsorge bedürftig, sondern auch die große Schar derjenigen, welchen die Mutter oder die Eltern aus irgend welchen Gründen nicht die notwendige Pflege angedeihen lassen können. In die Fürsorgearbeit haben sich Arzt und entsprechend vorgebildete weibliche Kräfte (Fürsorgeschwestern) zu teilen. Durch den preußischen Ministerialerlaß vom 10. September 1918 und durch die Württembergische Bekanntmachung vom 6. Okt. 1917 sind Vorschriften über die staatliche Prüfung und Ausbildung von Fürsorgerinnen erlassen worden. Das für Preußen zu erwartende Jugendfürsorgegesetz wird den Fürsorgerinnen ein großes Feld geregelter Arbeit eröffnen.

Die Säuglingsfürsorgestellen übernehmen die ärztliche Beratung der Mütter in besonderen Sprechstunden. Von den Fürsorgestellen aus besuchen die Fürsorgeschwestern die Mütter und Säuglinge in den Wohnungen, um die Durchführung der ärztlicherseits gegebenen Ratschläge zu kontrollieren und weiter belehrend zu wirken. Abgesehen von der Beratung bei Ernährungsstörungen und in Fragen der Säuglingspflege ist die Behandlung kranker Kinder meist nicht Sache der Fürsorgestellen. Solche Kinder werden vielmehr anderweitiger ärztlicher Behandlung überwiesen.

Die seit einiger Zeit bestehende „Deutsche Vereinigung für Säuglingsschutz", die „Zentrale für Säuglingsfürsorge" in Bayern und andere kleinere Organisationen wirken eifrig für die Betätigung der Säuglingspflege. Auch eine Reihe von Zeitschriften („Zeitschrift für Säuglingsschutz", „Mutter und Kind") suchen das Interesse für diese wichtigen Aufgaben wach zu halten und belehrend zu wirken.

Während die Fürsorge für die Säuglinge fast ausschließlich auf gesundheitlichem Gebiet liegt, treten bei der Fürsorge für das Kleinkind, d. h. für Kinder im Alter von 2—6 Jahren, bereits pädagogische Aufgaben hinzu. Die Fürsorge befaßt sich daher hier sowohl mit den gesundheitlich, wie mit den geistig und seelisch gefährdeten Kleinkindern. Die Fürsorge kann, wie bei den Säuglingen, eine offene sein, bei welcher Mutter und Kind vereint bleiben, oder eine geschlossene, bei welcher die Kinder in einer Anstalt untergebracht werden. Dazwischen steht die halbgeschlossene Fürsorge, bei welcher die Kinder nur tagsüber bewahrt werden. Diese ist zur Zeit noch die häufigste. Körperpflege und Ernährung sind auch im Kleinkindalter wesentliche Aufgaben. Bei unehelichen Kindern, vaterlosen Halbwaisen und Vollwaisen tritt als ein wichtiger Teil der Fürsorge die Vormundschaft ein oder die ihr verwandte Pflegschaft. Wo die Betätigung der ehrenamtlichen Einzelvormundschaft zu wünschen übrig läßt, wird diese mit Vorteil durch die Generalvormundschaft oder eine Berufs- und Sammelvormundschaft ersetzt. Besonders wichtig ist die Fürsorge (Aufsicht) für die sog. Haltekinder (Ziehkinder, Pflegekinder). Nach dem Vorbilde der Stadt Leipzig (Taube) zieht man jetzt vielerorts neben besoldeten weiblichen Aufsichtskräften auch beamtete Ärzte für diesen Zweck heran. Eine allgemeine gesetzliche Regelung der Haltekinderaufsicht fehlt leider noch. Sie wird in verschiedenen Städten durch Polizeiverordnungen geregelt. Auf dem Lande ist die Haltekinderaufsicht meist weniger gut organisiert als in den Städten. Auch die Waisenpflege entbehrt — abgesehen von dem Reichsgesetz über den Unterstützungswohnsitz — einer allgemeinen gesetzlichen Grundlage. Sie

wird aber von den Kommunalverwaltungen größerer Städte meist in ausreichendem Maße geleistet. Die Unterbringung geschieht in Waisenhäusern oder in Familienpflege.

Die halbgeschlossene Fürsorge bedient sich für ihre Zwecke der Krippen, d. s. Anstalten, in welchen gesunde Kleinkinder (und Säuglinge) im 2.—3. Lebensjahre tagsüber verpflegt werden, während die Mütter außerhalb ihrer Wohnung ihrem Berufe nachgehen. Die Beaufsichtigung der Krippen durch den Arzt muß schon deswegen dringend verlangt werden, weil die Krippen wie die Schulen reichlich Gelegenheit zur Verbreitung übertragbarer Krankheiten geben.

Krippen werden hauptsächlich durch wohltätige Vereine erhalten, daneben aber auch von manchen Gemeinden.

Kinder, die das dritte Lebensjahr hinter sich haben, werden nötigenfalls am besten Spielschulen (Oberlin) und Kindergärten (Fröbel) zugeführt. Diese Anstalten werden auch unter dem Namen Tagesheime zusammengefaßt. Auch sie verdanken meist der Wohltätigkeit ihr Bestehen. In einigen Bundesstaaten unterliegen sie als Erziehungsanstalten der staatlichen Aufsicht. Bei ihrem Bau oder ihrer Einrichtung sind hygienische Grundsätze tunlichst weitgehend zur Anwendung zu bringen, namentlich also ist Wert auf ausreichende Wasch- und Baderäume, Aborte, gute Belüftung und Beleuchtung und die Bereithaltung von Freiflächen zu legen. Dem Auftreten übertragbarer Krankheiten ist auch in diesen Anstalten besondere ärztliche Aufmerksamkeit zu widmen.

Die geschlossene Kleinkinderfürsorge kommt eigentlich nur für Waisen, kranke, schwächliche und abnorme Kinder in Betracht. Die Unterbringung in Waisenhäusern, Kinderheilstätten, Anstalten für Krüppel, für blinde, taubstumme, schwachsinnige usw. Kinder gehört daher hierher.

Die „Deutsche Zentrale für Jugendfürsorge E. V." Berlin mit einem besonderen Gesundheitsausschuß, bildet einen Mittelpunkt für alle Bestrebungen, eine geistig und körperlich gesunde Jugend heranzuziehen.

Nach den §§ 98 und 98a der preußischen Kreisarztdienstanweisung hat der Kreisarzt bei der Überwachung des Haltekinderwesens mitzuwirken, den Ursachen der Säuglingssterblichkeit nachzugehen und zweckmäßige Maßnahmen zu ihrer Bekämpfung zu fördern.

III. Hygiene der Kinder im Schulalter und der schulentlassenen Jugend.

Von einschneidender Bedeutung für das Leben des Kindes ist der Tag, an welchem die Betätigung seiner geistigen Fähigkeiten im Wettbewerb mit den Altersgenossen beginnt, der Anfang der Schulzeit. Während Körper und Geist bisher mehr oder minder zwanglos sich nach Belieben regen durften, sollen beide nunmehr in bestimmte Bahnen gezwungen und das Spiel zum Ernst werden. Der Umstand, daß, von wenigen Fällen abgesehen, die Erziehung durch die Schule klassenweise geübt wird, eine individuelle Ausbildung also nicht statt hat, führt bei der Inkongruenz der Veranlagung der einzelnen Schüler notwendigerweise dazu, daß gewisse Anforderungen für einzelne zu hoch

geschraubt sind, sollen die Ansprüche an die natürlichen durchschnittlichen Fähigkeiten der Kinder nicht zu niedrig bemessen werden. So greift der Schulbesuch natürlich körperlich und geistig schwächer veranlagte Kinder stärker an als gesunde. Einzelne Sinnesorgane erfahren dabei leicht eine Überanstrengung. Der Wechsel der Umgebung, der körperliche Zwang, die psychische Beeinflussung durch Lehrer und Mitschüler, alles hinterläßt mehr oder minder tiefe Eindrücke bei dem Kinde und seine Gesundheit ist zudem durch die ständige enge Berührung mit zahlreichen anderen Kindern mancherlei Gefahren ausgesetzt, vor denen es in der Familie bisher besser bewahrt war. Nicht mit Unrecht hat man daher in neuerer Zeit der Schulhygiene ein weites Feld der Betätigung eingeräumt, um zu verhüten, daß das zum Schaden ausschlägt, was zum Segen gereichen soll, nämlich eine möglichst weit geförderte geistige Entwicklung der Jugend.

Schulpflichtig sind Kinder im allgemeinen vom vollendeten 6. bis zum vollendeten 14. Lebensjahr. Bei dem Besuch höherer Schulen dauert der Schulbesuch naturgemäß länger.

A. Äußere Vorbedingungen für das Ausbleiben gesundheitlicher Schädigungen durch den Schulbesuch.

1. Schulhaus.

Bei dem Neubau von Schulen sind folgende Gesichtspunkte zu beachten.

Der Bauplatz liege möglichst frei und außerhalb der Nachbarschaft ruhestörender oder die Luft verunreinigender Betriebe. Tiefstand des Grundwassers ist erwünscht, hochwasserfreie Lage Bedingung. Der Baugrund muß aus natürlichem Boden bestehen. Der Platz muß geräumig sein (Erweiterungen, Spielplatz!). Die Schule muß bequem erreichbar liegen. Besonders wichtig ist ferner der möglichst ungehinderte Zutritt von Licht, welcher auch durch spätere Bauten in der Nachbarschaft nicht beeinträchtigt werden darf. Nach welcher Richtung hin das Schulgebäude orientiert werden soll, ist strittig, jedenfalls nicht völlig nach Norden.

Der Bau selbst muß solide und feuersicher sein. Unterkellerung ist erwünscht; Isolierschichten gegen aufsteigende Bodenfeuchtigkeit sind bisweilen notwendig. Auf die Herstellung der Zwischendecken ist besondere Sorgfalt zu verwenden. (Reines Füllmaterial. Schallsicherung.)

Treppen und Gänge müssen hell, genügend breit und gut ventiliert sein. Sämtliche Türen müssen nach außen aufschlagen. Die Wände sind zweckmäßig in ihrem unteren Teile (bis etwa 1,70 m Höhe) mit Ölfarbenanstrich zu versehen. Die Klassen liegen am besten nur auf einer Seite der Gänge, während die andere Gangseite mit Fenstern versehen ist (Abb. 141). Kleiderablagen sind gesondert anzulegen, also nicht innerhalb des Schulzimmers. Die Abtritte sind nicht getrennt vom Schulhause (dies ist höchstens in ländlichen Verhältnissen zulässig), wohl aber in besonderen gut lüftbaren Anbauten unterzubringen, der vorherrschenden Windrichtung abgekehrt, so daß sie Geruchsbelästigungen nicht hervorzurufen vermögen.

Von den Gängen sind sie durch Vorräume zu trennen, welche ausreichende Gelegenheit zum Waschen der Hände bieten und gleichzeitig das Eindringen von Gerüchen in die Gänge verwehren müssen. Man rechnet auf je 25 Mädchen und je 40 Knaben einen Sitz. Für Knaben sind außerdem Pissoirs (am besten mit Ölsiphons) anzulegen. Im übrigen gelten für ihre Anlage auch die sonst maßgebenden Gesichtspunkte. (Vgl. S. 479.)

Brausebäder sollten in keiner modernen Schule fehlen.

Ein staubfreier Schulhof, besser ein Schulgarten als Erholungsplatz ist anzulegen. Die heizbare Turnhalle muß einen Fußboden erhalten,

Abb. 141. Grundriß eines Schulstockwerkes (Reform-Realgymnasium in Berlin-Tempelhof).

welcher Staubentwicklung ausschließt (Holzfußböden, mit einem den Boden nicht schlüpfrig machenden staubbindenden Öl behandelt). Bei zentraler Wasserversorgung ist die Anlage von Trinkspringbrunnen (Abb. 142), bei welchen die Benutzung eines Trinkgefäßes entbehrlich wird, zu empfehlen.

2. Schulzimmer.

Ein Schulzimmer (Abb. 143) soll im allgemeinen nicht länger als 10 m sein, damit auch die auf den letzten Bänken sitzenden Schüler gut sehen und hören können. Die Fenster müssen sich linkerhand von den Schülern befinden, falls nur eine Wandfläche Fenster trägt. Die Höhe des Raumes ist nicht zu gering zu bemessen, um für jeden Schüler den notwendigen „Luftkubus" zu schaffen, d. h. $^1/_3$—$^1/_5$ des Ventilationsquantums. Da es in zu hohen Zimmern leicht schallt, geht

man aber über 4,50 m Höhe meist nicht hinaus. Wegen der Breite der Schulzimmer vgl. unter b). Die Schülerzahl einer Klasse sollte 50 nicht übersteigen.

a) Lüftung und Heizung.

Ein Schulzimmer bedarf einer wechselnden Wärmezufuhr, je nachdem es sich um die Zeit während des Unterrichts oder um die Zeit vor demselben handelt, denn die Schüler bilden selbst eine erhebliche Wärmequelle. So kann man z. B. annehmen, daß 50 Schüler stündlich mindestens 2000 Kalorien abgeben. Es muß daher im Winter vor dem Unterricht die Klasse hoch geheizt, während des Unterrichts aber nur soviel Wärme zugeführt werden, als dem Gesamtwärmebedarf weniger der von den



Abb. 142. Trinkspringbrunnen in einer Schule. (A.-G. Vulkan, Köln-Ehrenfeld.)

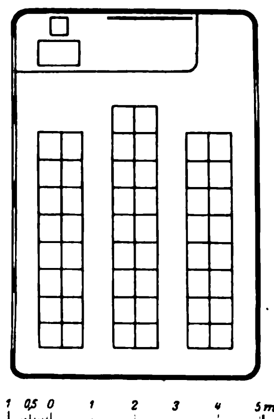


Abb. 143. Schulzimmer. (Nach Burgerstein.)

Schülern erzeugten Wärme entspricht. Vielfach muß sogar überschüssige Wärme durch Ventilation fortgeschafft werden.

Mit der Luftheizung ist der wechselnde Wärmebedarf zwar am bequemsten zu decken, doch wird die Luftheizung zur Zeit aus verschiedenen Gründen nicht gerne angewandt (vgl. S. 188).

Die Temperatur der Klassenzimmer ist zweckmäßig auf 18° C in Kopfhöhe zu halten. Sie soll 20° nie überschreiten. Für Schulen wird man im allgemeinen der Warmwasserheizung den Vorzug geben und dafür sorgen, daß die Heizflächentemperaturen tunlichst 80° C nicht erreichen, und daß sich die Wärme gleichmäßig im Raume verteilt.

Die Aufstellung der Heizkörper wird auch in Schulen im allmeinen in den Fensternischen stattzufinden haben; sind Doppelfenster vorhanden, so kann die Aufstellung ausnahmsweise auch an freiliegenden kalten Wänden erfolgen. Bei gleichzeitiger künstlicher Ventilation muß die an der Decke eingeführte Frischluft eine Temperatur von über 15° besitzen, um Zugerscheinungen zu vermeiden.

Die Regelung der Heizkörper geschieht am besten mit Hilfe von Fernthermometern vom Heizer aus oder automatisch durch selbstwirkende Temperaturregler.

Künstliche Lüftung wird meist nicht zu entbehren sein. Sie findet zweckmäßig in der Form der Drucklüftung mittels Ventilatoren statt. In den Pausen, und während der wärmeren Jahreszeit auch während des Unterrichts, wird man sich daneben der Fensterlüftung zu bedienen haben. Während des Unterrichts findet die Fensterlüftung nur durch Kippflügel in den oberen Fensterteilen statt. Die kalte Frischluft wird entweder an den Heizkörpern des Klassenraumes oder besser in einer besonderen Heizkammer vorgewärmt. Es ist darauf zu achten, daß bei der Lüftung immer Überdruck und nicht Unterdruck mit Zugerscheinungen von den Fenstern her entsteht. Die Abluftkanäle dürfen daher nicht zu groß bemessen werden. Für die wärmere Jahreszeit (über + 10° C Außentemperatur) genügt der natürliche Auftrieb nicht mehr. Es muß dann mit elektrischen, möglichst geräuschlos arbeitenden Ventilatoren nachgeholfen werden.

Für die Heizung von Volksschulen auf dem Lande kommen natürlich meist nur Öfen in Betracht, in erster Linie eiserne Schüttöfen, z. B. System Meidinger mit Ummantelung und mit Frischluftzuführung. Sind Kachelöfen vorhanden, so müssen sie bereits am Abend vorher angeheizt werden. Eine besondere Belüftungsanlage wird meist entbehrlich sein. Kippflügel an den Fenstern dürften in den meisten Fällen genügen.

b) Die Beleuchtung.

Auch auf den von den Fenstern am weitesten entfernten Plätzen soll eine ausreichende Beleuchtung vorhanden sein. Um dies zu ermöglichen, müssen freie Fensterflächen und Bodenfläche des Schulzimmers in einem bestimmten Verhältnis zu einander stehen, d. h. mindestens wie 1 : 5 und das freie Himmelslicht darf durch gegenüberstehende Häuser nicht unzulässig beschränkt werden. Die Breite der Klassenzimmer hat aus den gleichen Gründen bestimmte Grenzen und sollte im allgemeinen nicht die doppelte freie Fensterhöhe überschreiten. Die Fenster sind möglichst bis an die Decke heraufzuführen, ihre obere Begrenzung soll horizontal verlaufen.

Nach H. Cohn ist, wie schon beim Kapitel Beleuchtung erwähnt, die Mindestforderung erfüllt, wenn die Messung mittels Photometer auf dem betreffenden Platze eine Helligkeit von 10 Meterkerzen ergibt. Andere Autoren (vgl. S. 334) verlangen eine Helligkeit von mindestens 25 Meterkerzen. Da aber die Helligkeit eines Arbeitsplatzes naturgemäß nach den jeweils obwaltenden natürlichen Lichtverhältnissen ungemein schwankt, so können einzelne photometrische Feststellungen keine Antwort auf die Frage geben, ob der betreffende Arbeitsplatz auch stets eine Mindesthelligkeit von 25 Meterkerzen (in weißem Licht) haben wird. Hierzu bedarf es anderer Verfahren, welche allerdings Vollkommenes auch nicht leisten.

Man hat für diesen Zweck die Größe der freien Himmelsfläche, welche auf den fraglichen Platz nach Lage der Verhältnisse überhaupt direktes Licht entsenden kann, als Maß für die ausreichende natürliche Belichtung angesehen und als Maßeinheiten für diese Himmelsfläche die sog. reduzierten Raumwinkelgrade eingeführt. Erfahrungsgemäß sollen Plätze, welchen direktes Licht von einer 50° großen freien Himmelsfläche zuströmt, auch unter ungünstigen natürlichen Lichtverhältnissen eine Helligkeit von mindestens 25 Meterkerzen (in weiß) gewährleisten.

Ein Raumwinkelgrad ist ein quadratisches Teilchen des Himmelsgewölbes von 1° Seitenlänge. Bei Benutzung einer Linse von bestimmter Brennweite (vgl. S. 388) läßt sich das Bild der Himmelsfläche so auf eine Papierfläche projizieren, daß ein Raumwinkelgrad sich mit einem Quadrate von 2 mm Seitenlänge deckt. Ist demnach das Papier in Quadrate von 2 mm Seitenlänge unterteilt, so genügt ein Auszählen der Quadrate innerhalb des projizierten Himmelsflächenbildes, um die Anzahl der auf den Platz entfallenden Raumwinkelgrade festzustellen. Es werden aber nicht 50 Grade schlechthin als Mindestmaß gefordert, sondern 50 „reduzierte" Grade, und zwar aus folgendem Grunde:

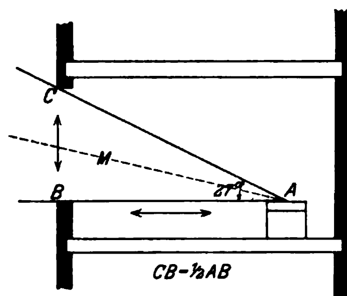


Abb. 144. Beleuchtung von Schulzimmerplätzen.

Am wirksamsten ist steil einfallendes, am unwirksamsten flach auffallendes Licht, und zwar nimmt die Lichtwirkung mit dem Sinus des Einfallswinkels zu. Unter dem mittleren Einfalls-, Neigungs- oder Elevationswinkel versteht man den Winkel, welchen der mittlere Himmelslichtstrahl mit der Tischfläche bildet (also Winkel MAB in Abb. 144), unter oberem Neigungs- oder Einfallswinkel den Winkel, den der oberste Lichtstrahl mit der Tischfläche bildet (also Winkel CAB in der Abb. 144 und sämtliche mit e bezeichneten Winkel in Abb. 145). Demnach ist die Lichtmenge x bei senkrechtem Lichteinfall = x . 1 (Sinus von 90° = 1), dagegen bei einem Einfallswinkel von z. B. nur 36° = x . 0,588 (Sinus 36° = 0,588). Die Anzahl der gezählten Raumwinkelgrade wird daher stets mit dem Sinus des Einfallswinkels multipliziert, das Produkt gibt dann die Anzahl der reduzierten Raumwinkelgrade an.

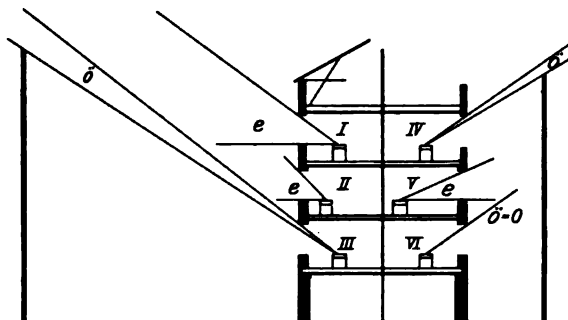


Abb. 145. Größe des Lichteinfalls in verschiedene Stockwerke.
e = oberer Einfalls- oder Elevationswinkel. ö = Öffnungswinkel.

Der Zutritt natürlichen Himmelslichtes zu einem Arbeitsplatz kann beschränkt oder verhindert werden

1. infolge Verdeckung der Himmelsfläche durch hohe, den Fenstern gegenüberstehende Gebäude, Bäume usw.;
2. durch zu kleine, im besonderen zu niedrige Fensteröffnungen;
3. durch innere Fensterverkleidungen (Vorhänge u. dgl.);
4. durch zu weite Entfernung des Arbeitsplatzes vom Fenster.

Für die Beurteilung dieser Verhältnisse sind in erster Linie maßgebend folgende Größen:

1. der oben schon erwähnte Einfalls- oder Elevationswinkel des Lichtes;

2. der sog. Öffnungswinkel (ö in Abb. 145), welcher die Höhe der Öffnung bestimmt, durch welche das freie Himmelsstück sichtbar ist. Hierbei darf allerdings die Breitenausdehnung dieses Himmelsstückes nicht ganz vernachlässigt werden. Die Abbildungen erläutern das Gesagte deutlich.

Abb. 145 stellt den schematischen Durchschnitt durch ein an einer Straße gelegenes Haus dar mit einem rückwärtigen Hof. Die gegenüberliegenden Mauern sind durch senkrechte starke Striche versinnbildlicht. Man erkennt das Kleinerwerden des Einfallswinkels (e) mit zunehmender Entfernung vom Fenster (Raum II, I, V) und die geringe Größe des Öffnungswinkels in niedrig gelegenen Schulzimmern (Raum III). Steht die lichtfortnehmende Wand sehr nahe (Hofseite), so ist selbst in den oberen Stockwerken der Öffnungswinkel unter Umständen klein (in Raum IV beträgt er für den gezeichneten Fall gerade 4°), in den unteren Stockwerken (Raum VI) ist er dann 0. Mit der Entfernung vom Fenster nimmt die Größe des Öffnungswinkels ebenfalls ab. Wegen des Verfahrens zur Bestimmung dieser Winkel vgl. die Untersuchungsmethoden.

Nach Förster und Gotschlich ist eine unzureichende Beleuchtung des Arbeitsplatzes zu erwarten, wenn der obere Einfallswinkel kleiner als 27° (rund 25°) wird und der Öffnungswinkel weniger als 4° beträgt, eine genügende Breite des freien Himmelsstückes vorausgesetzt.

Da tang 27° ungefähr = 0,5 ist, so kann man den ersten Satz auch so formulieren: Der Quotient $\frac{\text{freie Fensterhöhe}}{\text{Entfernung des Arbeitsplatzes vom Fenster}}$ m darf nicht kleiner als 0,5 werden, d. h. die Entfernung des Arbeitsplatzes vom Fenster darf höchstens das doppelte Maß der freien Fensterhöhe des Fensterflügels betragen. In Abb. 144 ist die Entfernung vom Fenster = der doppelten Fensterhöhe gewählt, C B = $^1/_2$ A B. Der Einfallswinkel ist dann gerade 27°.

Für richtige Beleuchtungsverhältnisse ist am besten schon bei der Ausarbeitung der Pläne für die Schule zu sorgen. Ist die Schule erst einmal gebaut, so lassen sich nachträgliche Verbesserungen der natürlichen Beleuchtung nur schwer erzielen. Versuchen kann man in solchem Falle durch Anbringung von Tageslichtreflektoren, Luxfer-Prismenscheiben u. a. an den Fenstern etwas Abhilfe zu schaffen oder es muß eine Reihe von Plätzen als unbenutzbar ausgeschaltet werden.

Muß für künstliche Beleuchtung gesorgt werden, so ist im allgemeinen indirekte Beleuchtung vorzuziehen (vgl. S. 335). Desgleichen ist, falls die Wahl frei steht, dem elektrischen Lichte der Vorzug zu geben, da bei Gasleitungen stets die Gefahr der Undichtigkeit besteht.

c) Der **Fußboden** eines Schulzimmers ist stets einer sehr starken Verschmutzung ausgesetzt durch das Schuhzeug der Schüler. Es wäre als ein großer hygienischer Gewinn zu bezeichnen, könnte wenigstens in Schulen die Auswechselung des auf der Straße benutzten Schuhwerks gegen eine saubere nur im Hause benutzte Fußbekleidung vor Eintritt in die Klassenzimmer obligatorisch gemacht werden. Einstweilen muß Sorge getragen werden

1. daß möglichst wenig Schmutz in die Zimmer hineingeschleppt wird (Benutzung von Scharreisen),

2. daß hineingeschleppter Schmutz am Boden haften bleibt und nicht verstäubt (Fußbodenölung),

3. daß eine leichte und gründliche Reinigung der Fußböden erfolgen kann durch umlegbare oder verschiebbare Subsellien.

Der Wert der Fußbodenölung für Schulen wird jetzt überall anerkannt. Ihre Vorzüge überwiegen die Nachteile (Glätte, Abfetten). Benützt werden (vgl. S. 176) am einfachsten dünnflüssige Mineralöle (sog. Spindelöle) ohne weiteren Zusatz. Das Öl ist in dünner Schicht zu einer Zeit aufzutragen, in welcher die Schule nicht besucht wird. Vor Beginn des Besuches wird der überschüssige Teil des Öles durch Abreiben mit trockenen Tüchern entfernt. Die geölten Fußböden werden täglich durch Ausfegen mit einem harten Besen gereinigt oder feucht aufgewischt. Die Ölung ist mehrmals im Jahre (in den Ferien) zu wiederholen. Mindestens 2 mal im Jahre ist eine gründliche Abscheuerung der Fußböden mit heißem Seifenwasser unter Sodazusatz vorzunehmen. Linoleumbelag ist für die Ölbehandlung weniger geeignet als Holzfußboden.

Jede Klasse muß einen zum Auffangen des Sputums geeigneten Spucknapf haben, um eine Verunreinigung des Fußbodens durch Ausspeien zu verhindern.

d) **Subsellien** (Schulbänke).

Die Subsellien müssen der Körpergröße der Schüler so weit angepaßt sein, daß eine schädliche Beeinflussung der Körperentwicklung nicht zu befürchten ist. Die Schüler sollten also nicht nach ihren Leistungen, sondern entsprechend ihrer Körpergröße in den verschiedenen Bänken sitzen. Ein gutes Subsellium muß folgende Eigenschaften haben:

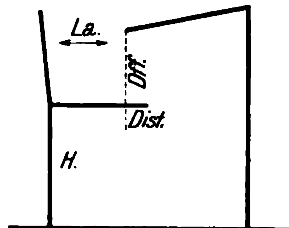


Abb. 146. Die für die Schulbank in Betracht kommenden Maße.

H. = Höhe des Sitzes über dem Fußboden. Dist. = Vordere Tischkante bis vordere Sitzkante (in der Abbildung Minusdistanz). Dff. = Vordere Tischkante bis Sitz. La. = Lehnenabstand.

1. Der **Sitz** liege so hoch über dem Fußboden, daß bei im rechten Winkel zueinander gestelltem Ober- und Unterschenkel die Fußsohle vollständig auf dem Fußboden aufsteht. Das Sitzbrett sei dabei leicht nach rückwärts abfallend und vorn abgerundet, um Druck auf Nerven und Gefäße des Oberschenkels zu vermeiden.

2. Die **Lehne** der Bank muß ebenfalls leicht (um 10—15°) nach rückwärts geneigt sein. Sie muß bis zum unteren Schulterblattwinkel reichen.

3. Beim Schreiben des Schülers muß ein von der vorderen Tischkante gefälltes Lot den Sitz hinter der vorderen Kante treffen (sog. Minus-„**Distanz**“). Das Schulgestühl muß so eingerichtet sein, daß sich für das gewöhnliche Sitzen und Stehen diese Minusdistanz in eine Plusdistanz verwandeln läßt durch Aufklappen oder Verschieben der Tischplatte u. dgl., so daß das Lot vor die vordere Sitzkante fällt. Nimmt man die Entfernung zwischen vorderer Tischkante und Banklehne als Maßstab (Lehnenabstand), so soll dieser beim Schreiben nur wenig größer sein als der sagittale Durchmesser des Brustkorbs.

4. Das Subsellium soll eine richtige „**Differenz**“ haben, d. h. der vordere Rand der Tischplatte soll bei herabhängendem Arm des sitzenden Schülers in der Höhe des Ellbogengelenks liegen. Die **Pultfläche** soll eine Neigung von etwa 25° aufweisen.

Man pflegt die Bänke der leichteren Zugängigkeit beim Reinigen halber nur zwei Sitzplätze breit zu machen.

Einzelne Namen der zahllosen Schulbankmodelle hier anzuführen, erscheint zwecklos. Besonderer Erwähnung wert sind vielleicht nur die umlegbaren Bänke (System Rettig u. a.), bei welchen die Fußbodenreinigung besonders erleichtert ist. Wichtig ist auch, daß die Bänke in möglichst vielen Größennummern angefertigt werden.

B. Die im schulpflichtigen Alter besonders häufigen krankhaften Veränderungen und gesundheitlichen Schädigungen.

a) Nicht übertragbare Krankheiten und Fehler.

Ernährungsstörungen in der Form von Anämie und Chlorose werden häufiger beobachtet. Rückgratsverkrümmung (Skoliose), zu welcher die Veranlagung (durch Rachitis) oft schon vor Beginn der Schulzeit vorhanden ist, entwickelt sich durch unzweckmäßige Haltung in der Schule und einseitiges Büchertragen auf dem Schulwege häufig.

Wichtig, auch für die geistige Regsamkeit der Kinder, ist ein gesunder Zustand der Nasen-Rachenhöhle. Besonders adenoide Wucherungen im Nasenrachenraum, aber auch chronische Schwellung der Rachenmandeln können das Gesamtbefinden erheblich beeinträchtigen. Dieser Zustand ist an der behinderten Nasenatmung meist leicht kenntlich.

Von den Sinnesorganen ist es naturgemäß das Auge, welches der Überanstrengung und Erkrankung am ehesten ausgesetzt ist. Die Kurzsichtigkeit (Myopie) ist die am häufigsten beobachtete Sehstörung im Schulalter. Daß dieselbe durch den Schulbesuch bei vorhandener Disposition mit hervorgerufen wird, dafür liefert die bereits erwähnte Tatsache, daß der Prozentgehalt der myopischen Schüler mit der Länge des Schulaufenthaltes wächst, wohl einen Beweis (vgl. S. 334). Über die eigentlichen Ursachen der erworbenen Myopie besteht noch keine einheitliche Auffassung. Nach Stilling soll sie durch Druck- und Zugwirkungen des M. obliquus superior entstehen, wodurch eine Abplattung und Verlängerung des Bulbus bedingt wird.

Daß unzweckmäßige Haltung beim Schreiben infolge nicht angepaßter Subsellien, mangelhafte Beleuchtung, das Lesen von zu kleiner Druckschrift (kleine Buchstaben unter 1,5 mm) und von Büchern mit zu hoher Druckdichtigkeit dabei eine Rolle spielen, darf indessen als sicher angenommen werden. Hier ist nicht nur die Schule schuld, sondern oft noch mehr die häusliche Arbeit. Die Einführung der Steilschrift bei gerader Mittellage des Heftes statt der Schrägschrift, um dadurch eine den Augen zuträglichere Körperhaltung zu erzielen, stößt leider auf gewisse praktische Schwierigkeiten. Wichtig ist frühzeitige augenärztliche Untersuchung (Schulaugenärzte) und rechtzeitige Vollkorrektion der Refraktionsanomalien durch passende Brillen. Sport und Spiel (Fernsehen!) wirkt ebenfalls der Entstehung der Myopie entgegen.

Bei von Haus aus disponierten oder erblich belasteten Kindern vermag die Schule auch das Auftreten gewisser nervöser Störungen (Schulkopfschmerz u. a.) zu veranlassen. Schwerere neurasthenische Erscheinungen werden bei Schülern höherer Lehranstalten besonders in der Vorbereitungszeit für das Examen beobachtet. Auch hier ist die Schule wohl nicht Ursache, sondern nur Anstoß. In der Zeit der Pubertät kommen gleichfalls Störungen des Gleichgewichtes im Nervensystem vor.

b) Die übertragbaren Krankheiten.

Die übertragbaren Krankheiten haben für das schulpflichtige Alter eine besondere Bedeutung. Die ständige nahe Berührung mit den Mitschülern ergibt ganz von selbst eine gesteigerte Gelegenheit zur Infektion, ganz abgesehen davon, daß das kindliche Alter für gewisse Infektionskrankheiten überhaupt eine erhöhte Disposition aufweist.

Auf eine Reihe von Kinderkrankheiten ist bereits auf S. 356 hingewiesen worden. Soweit es sich um übertragbare Krankheiten handelt, ist oft die Frage zu beantworten, wie lange man die erkrankten Kinder und ihre Geschwister vom Schulbesuch fernhalten muß, um Infektionen von Mitschülern zu verhüten.

Meist werden folgende Zeiten angenommen:

bei	Keuchhusten . . .	3	Wochen
„	Diphtherie	6	„
„	Masern	3	„
„	Scharlach mindestens	6	„ .

Doch ist ein schematisches Vorgehen nicht zu empfehlen. Bei der Diphtherie muß die bakteriologische Untersuchung der Rachenabstriche die entsprechenden Anhaltspunkte geben. 70—80 % der an Diphtherie erkrankten Kinder sind übrigens gewöhnlich in der 2.—3. Krankheitswoche bereits frei von Diphtheriebazillen. Besondere Schwierigkeiten bereiten die gesunden Bazillenträger, deren Isolierung gewöhnlich undurchführbar ist.

Von sonstigen übertragbaren Schulkrankheiten sind noch zu erwähnen: der epidemische Mumps und das Trachom.

Für Preußen besteht eine ministerielle Anweisung zur Verhütung der Verbreitung übertragbarer Krankheiten durch die Schulen vom 9. Juli 1907. Nach § 17 dieser Anweisung gelten die in ihr enthaltenen Vorschriften auch für Krippen, Spielschulen und Kindergärten.

Die Tuberkulose im Schulalter tritt ungefähr in den gleichen Formen auf wie im Spielalter der Kinder. Daß ein großer Teil der Schulkinder latent tuberkulös ist, ergibt u. a. der so häufige positive Ausfall der v. Pirquetschen Kutanprobe (vgl. S. 66). Die Tuberkulose ist aber nicht als eine von den Infektionskrankheiten anzusehen, welche in der Schule in erheblichem Maße von Kind zu Kind übertragen werden. Um so bedenklicher ist es, wenn ein Lehrer an offener Tuberkulose leidet.

Für tuberkuloseverdächtige, nervöse und schwächliche Kinder hat man in einigen Orten Deutschlands, z. B. in Charlottenburg seit 1904, in Dortmund, Elberfeld usw. sog. „Waldschulen“ eingerichtet.

Das Verhalten der Kinder in der Schule ist auch von den Umständen sehr bedingt, unter welchen sie in der Familie leben. Die Art der Ernährung, die Länge der Nachtruhe, die Beteiligung an Vergnügungen

und besonders etwaiger Alkoholgenuß vermögen die geistige und körperliche Leistungsfähigkeit der Schüler stark zu beeinflussen.

Das durchschnittliche Gewicht der Schulkinder beträgt am Ende des 8. Lebensjahres 24, am Ende des 10. Lebensjahres 26,5—27,5, am Ende des 12. Lebensjahres 33—35,5 und am Ende des 15. Lebensjahres 47—52 kg. Die höheren Gewichtszahlen gelten für die Mädchen. Vom 16. Lebensjahr an pflegen die Knaben die Mädchen an Gewicht zu überflügeln.

C. Maßnahmen zur Gesunderhaltung der Kinder im schulpflichtigen Alter.

Um geistige Übermüdung zu verhüten, müssen zwischen die Unterrichtsstunden Pausen eingeschoben, die Anzahl der Stunden beschränkt und der Schulunterricht muß von Zeit zu Zeit durch Ferien unterbrochen werden.

Wenn möglich, ist eine Trennung des Unterrichts in Vormittags- und Nachmittagsunterricht zu vermeiden.

Die Pausen zwischen den Schulstunden sollen mindestens 10 Minuten betragen. Während derselben ist für gründliche Lüftung der Klassenzimmer zu sorgen. Aussichtsreich erscheinen die Versuche, welche man mit der Einführung der sog. Kurzstunden gemacht hat. Innerhalb einer fünfstündigen Unterrichtszeit lassen sich 6 Kurzstunden von je 40 Minuten geben und eine Stunde für die Pausen erübrigen. Die großen Ferien müssen in die Zeit der größten Sommerwärme fallen. Bei ungewöhnlich hohen Sommertemperaturen muß der Unterricht abgekürzt werden.

Die Unterbringung körperlich schwächlicher Kinder in Landerziehungsheimen, Freiluftschulen u. dgl. ist ratsam. Geistig schwache, aber bildungsfähige Kinder finden Aufnahme in den öffentlichen sog. „Hilfsschulen", welche in mehreren deutschen Städten bestehen.

Eine Reihe von Fragen, wie die Zulässigkeit körperlicher Züchtigungen, Art und Menge der häuslichen Arbeit, die Koedukation usw. liegen teils auf pädagogischem, teils auf ärztlichem Gebiet. Um das Verständnis der Lehrer für die ärztliche Seite dieser Fragen zu wecken, ist ihre schulhygienische Ausbildung erwünscht. Daß aber außerdem die Schule der ständigen ärztlichen Überwachung und Beratung bedarf, ist eine jetzt wohl überall anerkannte Forderung.

Diese Aufgaben werden in zahlreichen deutschen Städten von haupt- oder nebenamtlich bestellten Schulärzten übernommen. Der Schularzt hat sich um die Hygiene des Schulhauses und des Unterrichts zu kümmern, vor allem aber Krankheiten und Gebrechen bei den Schülern zu verhüten und zu bekämpfen. Hierzu sind jährlich wiederholte Reihenuntersuchungen der Kinder notwendig, zu denen die Einzeluntersuchungen in der schulärztlichen Sprechstunde treten, ferner Klassenbesuche. Unterstützt wird der Schularzt in manchen Städten (Charlottenburg, Stuttgart u. a.) durch Schulschwestern, welche eine Fürsorgetätigkeit ausüben ähnlich wie bei der Kleinkinderfürsorge. In Württemberg ist durch Gesetz vom 10. Juli 1912 bestimmt worden, daß die Oberamtsärzte die Funktionen der Schulärzte übernehmen. Amtliche

Verordnungen, betr. die Tätigkeit der Schulärzte an den Volksschulen sind auch in Baden unter dem 29. Okt. 1913 erlassen worden.

Die ärztliche Behandlung der Schüler gehört nicht zu den Aufgaben des Schularztes.

Die der Aufsicht der Regierung unterstehenden öffentlichen und privaten Schulen unterliegen in Preußen der Überwachung durch den Kreisarzt (§ 94 der Dienstanweisung), welcher regelmäßige Besichtigungen unter Zuziehung des Schulvorstandes und des Schularztes vorzunehmen hat. Bei Neuanlagen und Umbauten hat der Kreisarzt auch die Baupläne zu begutachten. Der Kreisarzt hat auch das Erforderliche wegen etwa notwendig werdender Schulschließungen und der Desinfektion beim Auftreten von Infektionskrankheiten zu veranlassen.

Nach dem Reichsimpfgesetz vom 8. April 1874 muß jeder Zögling einer öffentlichen Lehranstalt oder einer Privatschule innerhalb des Jahres, in welchem er das zwölfte Lebensjahr zurücklegt, revakziniert werden (vgl. S. 85 u. 132). Der Kreisarzt hat die Ausführung des Impfgeschäftes zu beaufsichtigen und Bericht zu erstatten (§§ 86—89 der Dienstanweisung).

Von den zahlreichen das Schulwesen betreffenden preußischen Erlassen mögen die vom 15. Nov. 1895 und 20. Dez. 1902 erwähnt werden, welche Vorschriften für den Bau ländlicher Volksschulen enthalten. Diese Vorschriften decken sich allerdings nicht in allen Punkten mit der im vorstehenden gegebenen Darstellung, welche mehr auf städtische Schulen zugeschnitten ist.

Auf die Notwendigkeit der Zahnpflege in den Schulen ist bereits im dritten Abschnitt dieses Buches hingewiesen worden. Schon im Jahre 1909 hat sich ein „Deutsches Zentralkomitee für Zahnpflege in den Schulen“ gebildet, welches Aufklärung über die Bedeutung der Zahnerkrankungen der Schuljugend im Volke verbreitet und mit Hilfe von staatlichen und städtischen Behörden und mit Unterstützung von Vereinen auf die Errichtung von Zahnfürsorgestellen in den Schulen hinarbeitet. Schulzahnkliniken, deren erste im Jahre 1903 in Straßburg i. E. eingerichtet wurde, bestehen jetzt bereits in zahlreichen deutschen Städten.

Die gewerbliche Kinderarbeit wird durch das Gesetz, betr. den Kinderschutz in gewerblichen Betrieben vom 30. März 1903, die sog. Hausarbeit durch das Hausarbeitsgesetz vom 20. Dez. 1911 geregelt.

Die §§ 1666 und 1838 des B.G.B. gewähren Schutz gegen die Gefährdung der Person des Kindes, indem sie bei gegebenen Voraussetzungen die Erziehung des Kindes außerhalb der eigenen Familie in einer Erziehungs- oder Besserungsanstalt vorsehen.

Die aus der Volksschule entlassene Jugend, d. h. die Jugend etwa vom 15.—18. Lebensjahre bedarf nicht minder wie das Kleinkind und das Schulkind besonderer Fürsorge gesundheitlicher und erzieherischer Art. Nur die erstere steht hier zur Erörterung. Der Umstand, daß sich im Volke an die Schulzeit die Zeit des Erwerbs vielfach unmittelbar anschließt, läßt erkennen, daß hierdurch dem noch nicht voll entwickelten Körper Gefahren drohen können. Dem hat die Gewerbegesetzgebung Rechnung zu tragen gesucht, indem die Arbeitszeiten für jugendliche Arbeiter und Arbeiterinnen in den meisten gewerblichen Betrieben beschränkt worden ist (vgl. Fußnote auf S. 385). Außer der Gewerbeordnung für das Deutsche Reich beschäftigen sich eine ganze Reihe von ergänzenden Bekanntmachungen des Reichskanzlers, auf welche

einzugehen hier der Raum mangelt, mit dem Schutze jugendlicher Arbeiter und Arbeiterinnen in gewissen Betrieben.

Eine dringliche sozialhygienische Aufgabe ist die **Berufsberatung** der Schulentlassenen.

In neuester Zeit hat man mit Erfolg versucht, die **experimentelle Berufsberatung** einzuführen. Mittels besonderer Prüfungsmethoden (Psychotechnische Forschungsanstalt an der Technischen Hochschule zu Charlottenburg), welche gestatten, die Feinheit der Tastempfindung, des Muskelsinns, der Sehleistung, des Gehörs, die Entschlußfähigkeit usw. festzustellen, will man die geistige und körperliche Eignung für gewisse Berufe von vornherein erkennen.

Der körperlichen Ertüchtigung der Jugend, sowohl während der Schulzeit, als auch nach derselben (vgl. S. 346) dienen die zahlreichen Jugend-Vereinigungen zur Pflege des **Wanderns**, des **Turnens**, des **Ruderns** (Pfadfinder, Wandervögel, Jung-Deutschlandbund, Deutsche Turnerschaft usw.). Die staatlichen Organe der Jugendpflege in Preußen sind die **Jugendpflegeausschüsse**.

Der Entwurf eines **Jugendwohlfahrtsgesetzes** für das deutsche Reich ist in Vorbereitung.

Die **Fürsorgeerziehung Minderjähriger** ist einstweilen durch das preußische Gesetz vom 2. Juli 1900 geregelt.

IV. Hygiene des geschlechtsreifen Alters.

Mit dem Eintritt der Pubertät, in unseren Gegenden durchschnittlich im 14.—15. Lebensjahr, beginnt für beide Geschlechter eine neue kritische Periode, deren Erscheinungen sich allerdings je nach individueller Beanlagung sehr verschieden stark bemerkbar machen. Psychische Verstimmungen um diese Zeit haben bereits oft eine sexuelle Ursache und sind als Depressionszustände und ähnliche Erscheinungen den Ärzten wohl bekannt. Befallen werden naturgemäß am ehesten neuropathisch veranlagte, hereditär belastete junge Leute. Schon im frühen Jünglingsalter kann der **sexuelle Trieb** so mächtig werden, daß er, bei nicht sehr willensstarken Naturen, nach Befriedigung drängt.

Auf Grund einer von **Meirowsky** bei akademisch gebildeten Männern veranstalteten Umfrage kann man annehmen, daß bereits im 14. und 15. Lebensjahr in über 3% der Fälle sexueller Verkehr stattfindet. Im 16. und 17. Jahre steigt dieser Prozentsatz bereits auf 18, im 19. Lebensjahre auf fast 50%. Dabei hat es sich herausgestellt, daß etwa 1/3 dieser Fälle Schüler höherer Lehranstalten betreffen.

Die Frage, ob zu dieser Zeit und später eine erzwungene **geschlechtliche Enthaltsamkeit** von nachteiligen Folgen für die Gesundheit ist, kann nicht bestimmt beantwortet werden. Bis etwa zur Mitte der zwanziger Jahre sollte jedenfalls eine Abstinenz allgemein durchführbar sein und einer außerehelichen Betätigung des Geschlechtstriebes mit allen Mitteln entgegengetreten werden. Eine dauernde sexuelle Abstinenz **kann** allerdings, wenigstens bei psychopathischer Konstitution, zu seelischen Gleichgewichtsstörungen führen, doch muß man sich vor Augen halten, daß z. B. die durch den Verkehr mit Prostituierten heraufbeschworenen Gefahren für die Gesundheit in der Schwere ihrer Folgen die durch Abstinenz bedingten gewaltig übertreffen.

Der größte Teil derjenigen, welche nicht sexuell enthaltsam leben können oder wollen, ist in der Zeit wirtschaftlicher Unselbständigkeit auf den außerehelichen Geschlechtsverkehr angewiesen, sei es in Form freier Verbindungen, sei es in Form des Verkehrs mit Prostituierten.

Vom hygienischen Gesichtspunkt aus — und nur dieser steht hier zur Erörterung — wäre der geringeren Infektionsgefahr halber der ersten Form der Vorzug zu geben, wenn auf diesem Wege nicht eine unerwünschte Zunahme der unehelichen Geburten drohte, beträgt dieselbe doch in einzelnen Großstädten schon über 25% aller Geborenen. Die Zahl derjenigen jungen Leute, die ihr Lebensschiff zwischen dieser Art von Szylla und Charybdis sicher hindurchsteuern, ist vermutlich leider eher geringer, als diejenige der Schiffbrüchigen.

A. Geschlechtskrankheiten und Prostitution.

Über die Erreger der vornehmlich in Betracht kommenden Geschlechtskrankheiten: Gonorrhoe und Syphilis ist im ersten Abschnitte (vgl. S. 62 u. 27) das Notwendige gesagt worden. Die Bedeutung dieser beiden Erkrankungen für den Befallenen und für die Nachkommenschaft ist der großen Masse der Bevölkerung noch immer nicht genügend bekannt. Man darf annehmen, daß über die Hälfte der sterilen Ehen und der Einkindehen auf die Gonorrhoe der Ehegatten zurückzuführen ist. Die Möglichkeit der Späterkrankungen bei der Syphilis, namentlich an Tabes und Paralyse, machen diese Infektion für den Betroffenen zu einem sehr ernsten Ereignis. Die Syphilis führt in der Ehe zu zahlreichen Aborten und Totgeburten, behaftet die Deszendenz mit Erbsyphilis, die entweder sehr bald durch Lebensschwäche zum Tode führt oder das Kind mit schweren gesundheitlichen Schäden belastet. Zuverlässige Angaben über die Verbreitung der Geschlechtskrankheiten liegen, da diese nicht anzeigepflichtig sind, nicht vor; daß die Durchseuchung der Bevölkerung mit ihnen, namentlich in den Großstädten, erheblich ist, darüber bestehen aber keine Zweifel.

Der Weltkrieg und seine Folgen haben ein weiteres gewaltiges Anwachsen der Geschlechtskrankheiten und ihre Einschleppung an Orte mit sich gebracht, die vorher von ihnen frei waren. Die Bekämpfung dieser verderblichen Volkskrankheiten ist daher zur Zeit eine der wichtigsten Aufgaben der öffentlichen Gesundheitspflege.

Obwohl extragenitale Infektionen sowohl bei der Gonorrhoe (Conjunctivitis blennorrhoica[1])) wie bei der Syphilis vorkommen — man schätzt solche bei der Syphilis auf 10% aller Fälle —, so werden doch beide Krankheiten in so überwiegendem Maße durch den Geschlechtsakt übertragen, daß das Schwergewicht der Prophylaxe ganz auf diese Seite verlegt werden muß, und da es feststeht, daß die ständige Infektionsquelle in beiden Fällen der außereheliche Geschlechtsverkehr ist, so spitzt sich die Frage dahin zu, wie die Gefahren dieses Verkehrs herabgemindert werden können. Die Frage kann hier nur vom rein gesundheitlichen Standpunkt aus behandelt werden unter Fortlassung der ethischen Momente, mögen dieselben auch bedeutsam genug sein.

Eine Einschränkung des außerehelichen Geschlechtsverkehrs läßt sich nur erreichen durch Herabsetzung des Heiratsalters, d. h. durch wirtschaftliche Hebung namentlich des Mittelstandes und durch möglichste Fernhaltung aller die Libido sexualis erregender Reize.

[1]) Durch die Augenblennorrhoe der Neugeborenen werden etwa ein Viertel aller Erblindungen bedingt. Das Credésche Verfahren zu ihrer Verhütung ist z. B. in Preußen obligatorisch eingeführt (vgl. S. 340).

Es liegt auf der Hand, daß diese Forderungen leichter aufzustellen als zu erfüllen sind. Namentlich in den großen Städten ist die Verführung durch das Auge, durch den Lesestoff, durch den Alkohol allerorten so groß, daß nur ein durch straffe, richtige Erziehung gefestigter Wille den notwendigen Widerstand gegen die Lockungen aufbringt. Daß eine möglichst reizlose Kost und gründliche körperliche Ausarbeitung dabei eine wesentliche Hilfe darstellen, ist eine Erfahrungstatsache.

Die eigentliche Quelle der Geschlechtskrankheiten, die Prostitution, zu verstopfen, ist aussichtslos, man kann nur versuchen, sie minder gefährlich zu machen. Aber schon bei der Frage, mit welchen Mitteln dies am besten zu erreichen ist, scheiden sich die Geister. Auch darüber, welche Form der Prostitution die gefährlichere ist, die öffentliche oder die geheime, sind die Ansichten noch nicht ganz übereingehend.

In den meisten Staaten benutzt man zur Überwachung der Prostitution das System der Reglementierung, d. h. die polizeiliche Einschreibung aller sich zur Prostitution bekennenden oder der Prostitution überführten Frauen und ihre polizeiliche Überwachung, verbunden mit dem Zwang einer regelmäßigen körperlichen ärztlichen Untersuchung. Diese Reglementierung fußt auf dem § 361, 6 des Reichs-Straf-Gesetzbuches. Der preußische Ministerialerlaß vom 11. Dez. 1907 bestimmt hierzu, daß die Stellung unter sittenpolizeiliche Kontrolle nur im Notfall und nur auf Grund richterlicher Entscheidung zwangsweise durchgeführt werden soll. Durch bestellte Polizeiassistentinnen sind Anfängerinnen des Prostitutionsgewerbes zur Umkehr auf dem eingeschlagenen Wege zu ermahnen. Die vorzunehmenden regelmäßigen Untersuchungen sind möglichst gründlich zu gestalten und sollen sich tunlichst jedesmal auch auf eine mikroskopische Untersuchung der Genitalsekrete erstrecken. An jede festgestellte Erkrankung kann sich auf Grund des § 9, Abs. 2 des preuß. Gesetzes, betreffend die Bekämpfung übertragbarer Krankheiten vom 28. Aug. 1905 eine zwangsweise Behandlung anschließen.

Gegen die Reglementierung sind verschiedene Einwendungen erhoben und ihr Wert ist angezweifelt worden. Am schärfsten wenden sich, allerdings nicht nur aus gesundheitlichen Gründen, die Anhänger des Abolitionismus (Abolition = Abschaffung) gegen sie, namentlich die Vertreter der Frauenbewegung verlangen die Aufhebung der §§ 180 und 361, 6 des Strafgesetzbuches. Bei der Unmöglichkeit, die Verbreitung der Geschlechtskrankheiten mangels der Anzeigepflicht statistisch zu erfassen, ist es schwer, ein sicheres Urteil über den Wert der Reglementierung abzugeben.

Ein zweiter strittiger Punkt ist die Unterbringung der Prostituierten.

Durch den § 180 des Reichs-Straf-Gesetzbuches ist, streng genommen, eine Kasernierung der Prostituierten in Bordellen ausgeschlossen. Trotzdem bestehen solche in zahlreichen Städten des Deutschen Reiches, weil sie die polizeiliche Überwachung der Prostitution erleichtern. Die trüben Beziehungen zwischen Bordellwesen und Mädchenhandel müssen aber allein schon zu einer Ablehnung dieses Systems führen. Die Unterbringung der Prostituierten in bestimmten Straßen, die in Bremen und einigen anderen Städten geübt wird, hat zweifellos gewisse hygienische Vorzüge und da in diesem Falle die Prostituierten Eigenmieterinnen sind, so wird auch ihre Ausbeutung verhindert. Dieses „Bremer System“ dürfte daher verhältnismäßig die wenigsten Nachteile mit sich bringen. Die in dem nebenstehenden Diagramm (Abb.

147) dargestellten Zahlen scheinen auch dafür zu sprechen, daß venerische Infektionen bei den heimlichen aufgegriffenen Prostituierten Bremens häufiger sind als bei den kasernierten.

Manche Sachverständige auf dem Gebiete der venerischen Krankheiten glauben, daß die bisher beschriebenen Verfahren einen nennenswerten praktischen Erfolg überhaupt nicht haben und wollen einen solchen nur in der persönlichen Prophylaxe des Mannes erblicken, da das zweite Mittel, die obligatorische Krankenhausbehandlung bei gleichzeitiger Anzeigepflicht venerischer Infektionen, zur Zeit mangels gesetzlicher Grundlagen nicht durchführbar ist. Die selbstverständliche Anwendung zuverlässiger mechanischer Schutzmittel (Zökalkondom) — die übrigen Mittel (Protargol, Neißer-Siebertsche Salbe) können nicht als unbedingt zuverlässig gegenüber der Infektion mit Syphilis gelten — würde allerdings die Gewähr für eine Vermeidung venerischer Infektion bieten, doch erscheint es mehr als zweifelhaft, ob man bei allen Schichten der Bevölkerung auf das für eine solche Vorsichtsmaßnahme notwendige Verständnis würde rechnen können, selbst wenn eine eifrige Aufklärung nach dieser Richtung hin erfolgte. Derartige Schutzmittel hat man den Angehörigen der Marine bereits offiziell empfohlen (Abgabe durch Automaten); auch hat man ihre Bereithaltung den Prostituierten zur Pflicht gemacht. Die hiermit z. B. in Bremen gemachten Erfahrungen sind günstig. Auf Grund des § 183, 3 des Reichs-Straf-Gesetzbuches können derartige Maßnahmen allerdings als strafbar angesehen werden.

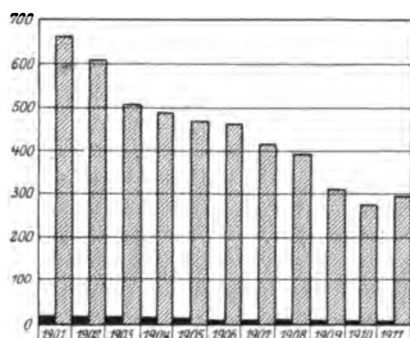


Abb. 147. Krankheitsbefunde auf 1000 Untersuchungen bei den kasernierten } aufgegriffenen } Prostituierten in Bremen während der Jahre 1901—1911. (Nach Weidanz.)

Zweifellos ist es, daß vom gesundheitlichen Standpunkt aus alle Maßnahmen zu begrüßen sind, welche die Behandlung Geschlechtskranker durch Ärzte erleichtern und eine Verschleppung der notwendigen therapeutischen Maßnahmen verhindern.

Nach v. Wassermann ist es möglich, die Syphilis in ihrem ersten Stadium mit einer Sicherheit von nahezu 100 $^0/_0$ zu heilen, d. h. in dem Stadium, in welchem die Spirochaete pallida noch lokalisiert und noch nicht auf dem Lymph- und Blutwege durch den Körper verbreitet worden ist, d. h. in der Zeit des noch negativen Ausfalls der Wassermannschen Reaktion. Es kommt also alles darauf an, die Syphilis in diesem ersten Stadium zu diagnostizieren und mit der spezifischen Behandlung rasch einzusetzen. Bei der Gonorrhoe sind dagegen Abortivkuren nur etwa innerhalb der ersten 24 Stunden nach den ersten Krankheitserscheinungen möglich.

Erfolgte der mikroskopische Spirochätennachweis überall rechtzeitig und sachgemäß, so würde dadurch eine erhebliche Eindämmung der Syphilis möglich sein.

Die wissentliche leichtfertige Übertragung von Geschlechtskrankheiten war durch unsere bisherige Gesetzgebung nicht genügend

mit Strafe bedroht. In Betracht kamen höchstens die §§ 223, 230 und 231 des R.Str.G. und die §§ 843 und 847 des B.G.B. Eine vorläufige gesetzliche Regelung hat diese Frage durch eine Verordnung der Reichsregierung vom 11. Dez. 1918 gefunden, deren § 3 lautet: „Wer den Beischlaf ausübt, obwohl er weiß oder den Umständen nach annehmen muß, daß er an einer mit Ansteckungsgefahr verbundenen Geschlechtskrankheit leidet, wird mit Gefängnis bis zu 3 Jahren bestraft, sofern nicht nach dem allgemeinen Strafgesetz eine härtere Strafe eintritt." Ein preußischer Ministerialerlaß vom 9. Juli 1919 zu dieser Verordnung empfiehlt eine entsprechende Belehrung geschlechtskranker Patienten durch den behandelnden Arzt (Merkblätter). Ein Gesetz zur Bekämpfung der Geschlechtskrankheiten ist in Vorbereitung.

Wichtig ist es, die an Syphilis erkrankten Personen darauf hinzuweisen, daß diese Krankheit zu Rückfällen neigt und daher eine mehrmalige Behandlung in gewissen Zeitintervallen notwendig sein kann.

Im Jahre 1916 haben auf Anregung des preußischen Kriegsministeriums die Landesversicherungsanstalten im Einvernehmen mit dem Reichsversicherungsamt Beratungsstellen für Geschlechtskranke errichtet, deren Aufgabe es ist, die geschlechtskranken Mitglieder der Krankenkassen und die Geschlechtskranken aus jenen Teilen der Bevölkerung, welche dem Krankenversicherungsgesetz nahe stehen, zu überwachen und durch Belehrung und Beratung zu veranlassen, in ihrem eigenen Interesse und im Interesse der Gesamtheit, sich ärztlicher Behandlung zu unterstellen. Eine Behandlung selbst erfolgt seitens der Beratungsstellen nicht. Die Landesversicherungsanstalten können die Gewährung von Leistungen an die Verpflichtung zum regelmäßigen Besuch der Beratungsstellen knüpfen.

Um die Aufklärung der Bevölkerung über die Gefahren der venerischen Infektionen hat sich die im Jahre 1902 gegründete „Deutsche Gesellschaft zur Bekämpfung der Geschlechtskrankheiten" große Verdienste erworben.

Ob alle von sachverständiger Seite zur wirksamen Bekämpfung der Geschlechtskrankheiten geforderten Maßnahmen, z. B. der Behandlungszwang für jeden Geschlechtskranken, bei dem die Gefahr besteht, daß er seine Krankheit weiter verbreiten kann, der Untersuchungszwang für alle einer Geschlechtskrankheit verdächtigen, die Pflicht für die Ärzte zur Anzeige von solchen Patienten, die die Kur unterbrechen oder der Weiterverbreitung der Krankheit verdächtig sind, die Verpflichtung zur Aufdeckung der Ansteckungsquelle usw. möglich und praktisch durchführbar sein werden, muß leider bezweifelt werden.

Eine Bekämpfung des gerade bei der Behandlung von Geschlechtskranken sich breit machenden Kurpfuschertums (Fernbehandlung) ist eine schon seit langem erkannte dringliche Aufgabe.

Durch Wort und Schrift wird ferner nach wie vor die Aufklärung und Belehrung über die Gefahren der venerischen Krankheiten in allen Volkskreisen fortzusetzen sein. Sie muß schon bei den Jugendlichen im Rahmen eines allgemeinen Gesundheitsunterrichtes in den Schulen beginnen.

Frauenvereine und konfessionelle Verbände betätigen sich in verdienstvoller Weise in der Fürsorge für sittlich gefährdete und gefallene Mädchen. Ein Erlaß des Ministers des Innern vom 15. Juli 1918 empfiehlt den weiteren Ausbau der Fürsorgetätigkeit auf diesem Gebiete.

B. Die Ehe.

Die Eheschließung ist zunächst für die eheschließenden Teile selbst, dann aber vor allem für die Deszendenz von großer gesundheitlicher und rassenhygienischer Bedeutung. Vom rassenhygienischen Standpunkt aus wäre für die Ehe der Beste gerade gut genug. Eine solche Auswahl ist aber zur Zeit selbst in beschränktem Umfange eine Unmöglichkeit.

Unter normalen Verhältnissen ist die Eheschließung der Beginn eines durch Regelmäßigkeit der Lebensführung gekennzeichneten Lebensabschnittes. Wirkt die Ehe somit in hervorragendem Maße gesundheitsfördernd und lebensverlängernd[1]), so bedeutet sie andererseits aber auch die Übernahme von Lasten und Verantwortlichkeiten, welche beim Eintreten widriger und unglücklicher Verhältnisse erdrückend wirken können.

Das deutsche bürgerliche Gesetzbuch erlaubt die Eheschließung dem Manne erst nach Erlangung der Volljährigkeit (Vollendung des 21. Lebensjahres), der Frau nicht vor der Vollendung des 16. Lebensjahres (§ 1303), es verbietet die Ehe zwischen Verwandten in gerader Linie, zwischen vollbürtigen oder halbbürtigen Geschwistern, sowie zwischen Verschwägerten in gerader Linie (§ 1310). Zwischen solchen Verwandten etwa geschlossene Ehen sind nichtig (§ 1327). Diese gesetzlichen Bestimmungen entspringen zum Teil rassenhygienischen Motiven. Man will einer Summation unerwünschter Eigenschaften beim Deszendenten dadurch nach Möglichkeit vorbeugen.

Diejenigen pathologischen Zustände, welche in erster Linie ein Eheverbot für den von ihnen Befallenen rechtfertigen oder wenigstens zu erheblichen Bedenken Veranlassung geben, sind: Epilepsie, Geisteskrankheit, Alkoholismus, Geschlechtskrankheiten und vorgeschrittene Tuberkulose. Daß moralisch schwer Defekte nicht zur Ehe taugen, ist selbstverständlich. Eine Reihe von Mißbildungen, sowie die Disposition zu gewissen Krankheiten (Diabetes, Gicht, Nervenkrankheiten) werden als vererblich betrachtet. Von gewerblichen Vergiftungen ist die chronische Bleivergiftung besonders verhängnisvoll für die Deszendenz (Fehl- und Totgeburten).

Gesetzliche Eheverbote für Kranke bestehen in Deutschland nicht, dagegen in einigen Staaten Amerikas. Im Staat Wisconsin besteht sogar seit kurzem ein Gesetz, welches allen Personen die Heirat verbietet, welche nicht durch ein ärztliches Zeugnis beweisen können, daß sie völlig gesund sind.

Dem gesetzlichen Eheverbot gleich zu erachten ist natürlich die künstliche Sterilisierung von Geisteskranken und Verbrechern, wie sie ebenfalls in mehreren Staaten Amerikas und auch in der Schweiz zulässig ist. Die Sterilisierung wird gewöhnlich durch Vasektomie vollzogen.

Was die Geschlechtskrankheiten anlangt, so bedeutet die latente gonorrhoische Infektion beim Mann eine große Gefahr für die Ehe. Die hierdurch bedingte Gonorrhoe der weiblichen Sexualorgane kann pathologische Folgezustände hervorrufen, welche unheilbar

[1]) Die statistisch festgestellte größere Sterblichkeit der ledigen Männer erklärt sich indessen rechnerisch zum Teil dadurch, daß zu den ledigen alle diejenigen gehören, welche durch angeborene Fehler und Krankheiten an dem Eingehen einer Ehe verhindert sind.

sind, Sterilität bedingen und das ganze Glück der Ehe durch chronisches Siechtum der Frau zerstören. Die Gefahren der Syphilis für die Ehe betreffen vor allem die Nachkommenschaft.

Vom hygienischen Standpunkt aus ist daher die Frage besonders wichtig, wann ein an Gonorrhoe oder Syphilis Erkrankter seine Ansteckungsfähigkeit verloren hat, so daß ihm die Eheschließung vom Arzte gestattet werden kann.

Den Gonorrhoiker wird man dann für geheilt betrachten dürfen, wenn mindestens 8 Tage nach dem Aufhören jeder ärztlichen Behandlung im Harnröhrensekret — auch nach mehrfachen Provokationen (Erzeugung einer Hyperämie der Harnröhrenschleimhaut durch reizende Injektionen usw.) — Gonokokken mikroskopisch nicht mehr nachzuweisen sind.

Den sachgemäß und ausreichend spezifisch behandelten Syphilitikern sollte ärztlicherseits das Eingehen einer Ehe nur dann gestattet werden, wenn seit der letzten seropositiven Reaktion (positivem „Wassermann", vgl. S. 28) $3^1/_2$—4 Jahre verflossen sind. Hat die Behandlung schon im Primärstadium eingesetzt, so daß es zu einer positiven Wassermannschen Reaktion überhaupt nicht gekommen ist, so kann der Ehekonsens — nach wiederholtem negativen Ausfall der Reaktion und beim Fehlen aller klinischen Erscheinungen — bereits drei Jahre nach erfolgter Infektion erteilt werden. Bei latenter Syphilis sollten seit der Infektion möglichst fünf Jahre verflossen sein. Tertiär Syphilitische, deren Infektion länger als fünf Jahre zurückliegt und welche tertiärsyphilitische Erscheinungen am Mund, in der Mund- und Rachenhöhle sowie an den Geschlechtsorganen vermissen lassen, können ebenfalls die Erlaubnis zum Eingehen der Ehe erhalten.

V. Hygiene der Berufstätigkeit.

A. Allgemeine Vorbemerkungen.

Jeder Beruf birgt, in unzweckmäßiger oder zu rastloser Weise betrieben, Gefahren für die Gesundheit in sich, die nach der Art der Beschäftigung verschieden sind. Von Wichtigkeit ist zunächst eine gewisse Regelmäßigkeit der Arbeit, welche erlaubt, den Bedürfnissen des Körpers nach Ernährung, Ruhe usw. in ausreichender Weise Rechnung zu tragen, ferner eine besondere Berücksichtigung der Frauen, jugendlichen Arbeiter (14—16 Jahre) und Kinder (unter 14 Jahren), da diese zeitweise oder dauernd der Schonung bedürfen und in gewissen Betrieben überhaupt nicht beschäftigt werden dürfen (vgl. S. 369).

Wenn man von der Hygiene der Arbeit spricht, so denkt man unwillkürlich nur an die sog. Arbeiterklasse des Volkes und nicht an die Selbständigen und an die in amtlichen Stellungen Tätigen. Die Einhaltung gewisser hygienischer Grundsätze ist aber auch für diese nicht zu umgehen. Indessen fällt das hierüber zu Sagende mehr in das Gebiet der persönlichen Hygiene. Vgl. hierzu auch die Vorbemerkungen zu dem Kapitel „Hygiene der Sinnesorgane".

Nach der letzten Berufs- und Betriebszählung im Deutschen Reiche im Jahre 1907 waren rund 44% der Gesamtbevölkerung von 62 Millionen in einem Hauptberufe erwerbstätig, dazu kamen über 2% Dienstboten für häusliche Dienste.

Etwa 50% waren Angehörige (Ehefrauen, Kinder usw.) und etwa 5% selbständig ohne Beruf (Rentner, Pensionäre u. a.).

Über 80% aller Erwerbstätigen waren in Landwirtschaft, Industrie oder Handel und Verkehr beschäftigt, und zwar entfielen von den in diesen Berufen vereinigten rund 35% auf die Landwirtschaft, 50% auf die Industrie und 15% auf Handel und Verkehr, ein Verhältnis, welches sich noch weiter zugunsten der Industrie verschoben haben dürfte. Die Anzahl der im Hauptberuf erwerbstätigen Frauen zu den erwerbstätigen Männern verhielt sich im Jahre 1907 etwa wie 1: 2,3. Fünfundzwanzig Jahre vorher (1882) verhielt sie sich noch wie 1: 3,1. Im Kriege hat die Frauenarbeit in ungeahnter Weise an Ausdehnung gewonnen.

Unter den 3 Gruppen der Erwerbstätigen: Selbständige, Angestellte und Arbeiter bedürfen in erster Linie die letztgenannten gewerbehygienischen Schutzes, in zweiter Linie die Angestellten. Ein Bedürfnis, für die Selbständigen zu sorgen, liegt naturgemäß weniger vor. Die gewerbehygienischen Maßnahmen lassen sich am leichtesten durchführen in den zentralisierten Gewerbebetrieben. Die ungünstigen Verhältnisse, welche bei den Heimarbeitern herrschen, lassen sich dagegen weit weniger leicht verbessern. (Hausarbeitsgesetz vom 20. Dez. 1911.) Übrigens bedeuten auch die bei der Heimarbeit herrschenden unhygienischen Zustände unter Umständen eine Gefahr für den Konsumenten (Infektionskrankheiten!).

Es ist ausgeschlossen, innerhalb des Rahmens dieses Buches das gewaltige Gebiet der Gewerbehygiene auch nur einigermaßen vollständig zu behandeln, sei es auch in kürzester Form. Hierfür sei auf die besonderen Werke verwiesen. Es können im folgenden nur einige der wichtigsten Fragen berührt werden.

B. Die schädlichen Einwirkungen physikalischer Art auf die in der Industrie beschäftigten Arbeiter.

a) Hohe Temperaturen und Feuchtigkeit.

Hüttenleute und andere Feuerarbeiter, Glasbläser, Porzellanarbeiter, Ziegelarbeiter, Bäcker, Grubenarbeiter und Arbeiter in Wollspinnereien leiden unter den hohen Temperaturen, bei welchen sie arbeiten müssen (bis 60° C und mehr) und unter dem häufigen Wechsel von Hitze und Abkühlung. Als Gewerbekrankheiten treten daher Erkältungen und ihre Folgen, wie rheumatische Erkrankungen, Magenerkrankungen (wegen der Aufnahme großer Mengen kalter Getränke), Bindehaut- und andere Augenerkrankungen (Glasbläserstar) auf.

In Verbindung mit hoher Lufttemperatur findet sich oft ein ungewöhnlich hoher Feuchtigkeitsgehalt der Luft der Arbeitsräume in sehr zahlreichen Betrieben aller Art. Es ist einleuchtend, daß auch dieser Umstand die Wärmeregulation des Arbeitenden ungemein erschwert und dazu beiträgt, daß Erkältungskrankheiten unter den Arbeitern so häufig sind.

Unter Nässe und Kälte haben alle im Freien tätigen Personen, wie Straßenarbeiter, Steinarbeiter, Maurer, Dachdecker, Gärtner, Straßenbahnangestellte, Kutscher, ferner die Gerber und Tuchwalker zu leiden. Auch hier spielen rheumatische Erkrankungen eine besondere Rolle, ferner Erkrankungen der Atmungsorgane.

b) Luftdrucksteigerung (bzw. -Erniedrigung).

Unter gesteigertem Luftdruck stehen während ihrer Tätigkeit hauptsächlich die Taucher und Caissonarbeiter. Erkrankungen, namentlich bei der mit Druckverminderung verbundenen „Ausschleusung" treten gewöhnlich nur ein bei Überdrucken von mehr als 1 Atmosphäre.

Die Erkrankung besteht in Freiwerden von Gasblasen aus dem Blute und den sich hieraus ergebenden Folgen der Luftembolie. Die Luftembolien treten besonders häufig auf im Gefäßsystem der Lunge, des Herzens und des Rückenmarks.

Die Prophylaxe besteht in sehr allmählicher Luftdruckverringerung beim Ausschleusen, die Therapie in schleuniger Rekompression, d. h. Zurückführung des Kranken in die vorherigen Überdruckverhältnisse (vgl. hierzu auch S. 165).

c) Mechanische Erschütterung und starke Schallwirkungen

sind bei der Bearbeitung der Metalle nicht zu vermeiden (Walzwerke, Schmieden), sie kommen aber überhaupt ungemein häufig vor (Maschinensäle, Webereien und Spinnereien) wie fast jeder Fabrikbesuch lehrt.

Durch die intensiven Geräusche kann Schwerhörigkeit, fortschreitend bis zur Taubheit entstehen. Der ständige Lärm befördert das Eintreten nervöser Erkrankungen.

d) Intensive Lichteinwirkungen.

Sie machen sich nicht nur bei den hohe Flammentemperaturen benutzenden Arbeiten (in Hüttenbetrieben. Glasbläsereien, Porzellanmanufakturen, Elektrizitätswerken) geltend, sondern in geringerem Grade auch bei der ständigen Verarbeitung blanker Metalle (Klempner, Gelb- und Zinngießer).

Je nach Grad, Dauer und Häufigkeit der Blendung kann es zu einfachen, vorübergehenden Sehstörungen bis zur Netzhautentzündung mit bleibender Beeinträchtigung des Sehvermögens kommen.

Die Prophylaxe besteht in der Anwendung von Schutzbrillen, welche je nach der Intensität des Lichtes rauchgraue, gelbliche oder dunkelblaue Gläser enthalten (vgl. S. 336).

e) Elektrischer Strom.

Über Unfälle durch den elektrischen Strom sind schon auf S. 339 Angaben gemacht worden, auf die hingewiesen sei.

In den sogenannten „nassen und schmierigen Betrieben" (Zuckerfabriken, Salinen u. dgl.) ist wegen der schlechteren Isolierung der Arbeiter gegen den Fußboden die Gefahr, bei versehentlichen Berührungen stromführender Teile durch den elektrischen Starkstrom zu verunglücken, erheblich höher als in den trockenen. Die Prophylaxe der elektrischen Unfälle liegt in der Befolgung der vom Verbande deutscher Elektrotechniker aufgestellten Installationsvorschriften (Sicherungsvorschriften). Die Behandlung Verunglückter erfolgt nach der im Jahre 1907 unter Mitwirkung des Reichsgesundheitsamtes aufgestellten „Anleitung zur ersten Hilfeleistung bei Unfällen in elektrischen Betrieben". Zweckmäßig können zur Ausführung der künstlichen Atmung als unterstützende Mittel automatisch arbeitende Atmungsapparate, wie z. B. der Pulmotor des Drägerwerkes in Lübeck herangezogen werden.

f) Staub.

Der Staub spielt als Ursache gewerblicher Lungenerkrankungen (Pneumonie, Tuberkulose) eine große Rolle. Teils wirkt er lediglich mechanisch als ein feinste Verletzungen der Respirationsschleimhaut erzeugender Fremdkörper, teils wirkt er als chemisches Gift (Arsen-, Blei-, Chrom-, Mangan-, Tabakstaub). Schließlich kann er Träger von spezifischen Infektionserregern sein (milzbrandsporenhaltiger Staub). Diese beiden letzten Gruppen sollen unter den schädlichen Einwirkungen chemischer und bakterieller Natur unter C und D behandelt werden.

Läßt man die minder verletzenden Staubarten beiseite, so bleiben hauptsächlich folgende übrig: der in den Glas-, Metall- und Steinschleifereien entstehende Staub; der Staub, welcher beim Drechseln von Bernstein, Horn, Perlmutter und ähnlichem Material entsteht; der Staub in der Textilindustrie, besonders der Hanf- und Jutestaub; der Kohlenstaub in den Kohlengruben; der Tabakstaub in der Tabakindustrie, dem allerdings wohl auch gewisse chemische Wirkungen anhaften.

Den Übergang zu den chemisch wirkenden Staubarten bildet der ungemein schädliche Staub, welcher bei der Vermahlung der Thomasschlacke[1]) und dem Transport des Thomasphosphatmehles entsteht. Hier vereinigt sich die mechanisch verletzende mit der ätzenden Wirkung der Staubpartikel.

Der jahrelang eingeatmete Staub kann die Lunge in charakteristischer Weise verändern. Am häufigsten ist die schwarze Kohlenlunge (Anthrakosis) der Bergarbeiter.

Bei den im Kohlenbergbau Beschäftigten tritt im übrigen die Lungentuberkulose seltener auf als bei den übrigen „Staubarbeitern". Von den Glasschleifern erliegt durchschnittlich mehr als die Hälfte der Tuberkulose.

Ganz abgesehen von der Schädlichkeit gewisser Staubarten, welche übrigens auch zu Entzündungen der Bindehaut des Auges, der Haut usw. führen können, ist die Menge des in manchen gewerblichen Betrieben erzeugten Staubes oft sehr bedenklich. Man hat Mengen von mehr als 200 mg im Kubikmeter Luft der Betriebsräume festgestellt, während sich der Staubgehalt unserer Wohnräume fast stets auf weniger als 1 mg im Kubikmeter zu belaufen pflegt.

Man muß daher versuchen, die Entstehung des Staubes zu verhüten, indem man das Material, wo angängig, in feuchtem Zustande verarbeitet oder den Staub am Orte der Entstehung (Arbeitsplatz) durch einen kräftigen Luftstrom absaugt. Außerdem ist nach Möglichkeit für Staubdichtigkeit der Maschinen usw. zu sorgen und schließlich für eine reichliche Ventilation der Arbeitsräume überhaupt.

Nur im Notfall wird man die Arbeiter besondere Respiratoren tragen lassen, deren Wirksamkeit aber nicht zu hoch veranschlagt werden darf. Viel kommt auch auf das persönliche Verhalten des Arbeiters an (vgl. das vom Reichsgesundheitsamt bearbeitete „Schleifer-Merkblatt").

---

[1]) Da Schmiedeeisen und Stahl phosphorfrei sein sollen, werden sie nach dem Verfahren von Bessemer-Thomas-Gilchrist entphosphort. Das dabei gewonnene Produkt, die Thomasschlacke ist im wesentlichen basisch-phosphorsaurer Kalk, enthält aber auch Kieselsäure und Eisen. Das durch Mahlen aus der Schlacke gewonnene Mehl ist eines der wichtigsten anorganischen Düngemittel.

C. Die schädlichen Einwirkungen chemischer Art auf die in der Industrie beschäftigten Arbeiter.

a) Anorganische Stoffe und Verbindungen, welche schädlich wirken können.

1. Nichtmetalle und deren Verbindungen.

Schweflige Säure entsteht beim Rösten schwefelhaltiger Erze (z. B. des Pyrits). Sie dient zur Schwefelsäurefabrikation, zur Zellstoffabrikation (Sulfitzellulosefabriken) und vielen anderen Zwecken. Über ihre gesundheitliche Bedeutung vgl. S. 162.

Die sog. nitrosen Gase, d. h. Sauerstoffverbindungen des Stickstoffs, bilden sich, wenn Salpetersäure mit Metallen (z. B. bei der Metallbrenne, bzw. -beize) oder oxydierbaren Stoffen, z. B. mit schwefliger Säure bei der Schwefelsäurefabrikation mittels des Bleikammerverfahrens zusammenkommt, beim Nitrieren usw. als braune, gefährliche Dämpfe. Vergiftungserscheinungen durch diese „nitrosen Gase“ treten erst nach mehrstündiger Inkubationszeit auf (Erstickungsanfälle, Herzschwäche) und führen nicht selten zum Tode. Alle nitrosen Gase müssen daher am Orte der Entstehung abgesaugt werden.

Weißer Phosphor spielt, seitdem (1908) in Deutschland die Fabrikation von Phosphorzündhölzchen verboten ist, als Ursache gewerblicher Erkrankungen (Phosphornekrose der Knochen) keine besondere Rolle mehr. Der sehr giftige Phosphorwasserstoff kann sich aus Phosphorkalzium (schon bei Einwirkung feuchter Luft) entwickeln, welches sich in unreinem Ferrosilizium und Kalziumkarbid findet.

Arsen. Bei der fabrikmäßigen Herstellung durch Rösten von Arsenkies entsteht das giftige Arsenigsäureanhydrit (As_2O_3). Die in Arsenikhütten und Farbenfabriken beschäftigten Arbeiter verfallen daher nicht selten der Arsenvergiftung. Naszierender Wasserstoff macht aus den Arsenverbindungen den ungemein giftigen, nach Knoblauch riechenden Arsenwasserstoff frei (vgl. Nachweismethode S. 211). In Betrieben, in welchen Wasserstoff aus arsenhaltigen Mineralien mittels (bisweilen auch arsenhaltiger) Säuren entwickelt wird, kann es daher ebenfalls zu Arsenvergiftungen kommen.

Arsenige Säure findet Verwendung in der Glasfabrikation, als Konservierungsmittel (Ausstopfen von Tierbälgen), bei der Fabrikation von Hartschrot, in der Gerberei; seltener bei Fabrikation (meist grüner) Farbstoffe und im Kattundruck. Die Verwendung von Arsen ist in Deutschland durch Gesetz vom 5. Juli 1887 (vgl. S. 300) verboten.

Die Arsenvergiftung erfolgt sowohl durch Aufnahme des Giftes in den Respirationskanal, wie in den Intestinaltraktus. Von gewerbehygienischer Bedeutung ist nur die chronische Vergiftung. Sie hat ein sehr vielgestaltiges Krankheitsbild: Störungen von seiten des Magendarmkanals, Abmagerung, Hauterkrankungen, Erscheinungen von seiten des Nervensystems (Lähmungen, Parästhesien, tabische Erscheinungen). Die Diagnose erfolgt am sichersten durch Nachweis der arsenigen Säure im Harn.

Durch Antimonverbindungen werden gewerbliche Vergiftungen nur sehr selten hervorgerufen.

Von den Sauerstoffverbindungen des Kohlenstoffes ist gewerbehygienisch wichtig das Kohlenoxyd. Über dasselbe ist auf S. 161 das Wichtigste gesagt worden. Der akuten Kohlenoxydvergiftung ausgesetzt sind Hochofenarbeiter (die sog. Gichtgase enthalten 20—30% CO), Arbeiter in Gasanstalten, Bauhandwerker durch die zum Austrocknen der Bauten benutzten offenen Kohlenfeuer, Löter u. a.

Die Maßnahmen zur Verhütung der Kohlenoxydvergiftungen ergeben sich von selbst. Bei den Hochofenarbeitern muß mechanische Beschickung statt der durch Menschenhand gefordert werden. Zur Behandlung von an Kohlenoxydvergiftung Erkrankten sind Sauerstoffinhalationsapparate bereit zu halten.

Über das Vorkommen einer chronischen Kohlenoxydvergiftung sind die Meinungen noch geteilt.

Hierher gehört auch das in der Farbstoffabrikation benutzte, die Schleimhaut der Atmungsorgane verätzende Phosgengas ($COCl_2$).

Kohlensäure kann gelegentlich zu tödlichen Vergiftungen führen (Brunnenarbeiter, Kanalisationsarbeiter, Arbeiter in Gärkellern). Vgl. hierzu die Angaben auf S. 160.

Schwefelkohlenstoff wird in der Gummiindustrie zum Kaltvulkanisieren des Kautschuks benutzt. Einatmung der Dämpfe führt zu akuten (Rauschzustände) und chronischen Vergiftungen. Letztere veranlassen Störungen des Nervensystems und psychische Erkrankungen. Abhilfe: Ersatz des Kaltvulkanisierens durch das Heißvulkanisieren. Kurze Arbeitsperioden.

2. Metalle.

Blei. Die chronische Bleivergiftung ist die häufigste und daher wichtigste gewerbliche, auf chemischen Ursachen beruhende Erkrankung.

Die akute Bleivergiftung ist ohne praktische Bedeutung. Die Aufnahme des Bleies in den Körper erfolgt durch die Atmungswege (Bleistaub) und durch den Verdauungskanal. Bleiverbindungen, welche im Magen nicht in lösliche Bleisalze übergeführt werden (wodurch sie toxisch wirken), lassen auch im Darm keine gesundheitsschädlichen Mengen von Blei mehr in Lösung gehen, denn im Darm werden die meisten Bleiverbindungen in das auch im Darmsaft sehr schwer lösliche Bleikarbonat übergeführt. Die Empfindlichkeit gegen Blei scheint verschieden groß zu sein. Bei vielen Personen dürfte schon die tägliche Aufnahme von nur 1 mg Blei mit der Zeit eine chronische Vergiftung herbeiführen. Die Ausscheidung des Bleis aus dem Körper erfolgt sehr langsam, daher die kumulierende Wirkung dieses Giftes. Die Ausscheidung erfolgt durch den Intestinaltraktus.

Die ersten Zeichen der Erkrankung sind: Mattigkeit, Verdauungsbeschwerden, graue Verfärbung (Bleisulfid) an der Grenze zwischen Zahnfleisch und Zähnen (Bleisaum, s. Abb. 148), Anämie, basophile Körnung der roten Blutkörperchen (vgl. Abb. 5), Blutdrucksteigerung. Im Harn tritt Hämatoporphyrin auf. Später: Anfälle von Bleikolik, Obstipation, Gelenkschmerzen in den unteren Extremitäten, Zittern, Bleilähmung. Besonders bezeichnend für durch Bleiintoxikation bedingte Lähmung ist die (am häufigsten vorkommende) Lähmung der vom N. radialis versorgten Streckmuskeln des Handgelenks. Die gelähmte Hand steht in Beugestellung. Seh- und Gehörstörungen und zerebrale Erscheinungen sind nicht selten. Durch die Blutdrucksteigerung werden

arteriosklerotische Prozesse begünstigt. Bei Frauen erfolgt nach Bleiintoxikation häufig Fehl- oder Totgeburt.

Die gewerbliche Bleivergiftung befällt am häufigsten diejenigen Arbeiter, welche mit der Herstellung von **Bleiweiß** (basisch-kohlensaurem Blei) zu tun haben oder Bleifarben (Mennige, Bleiweiß, gelbe Bleifarben u. a.) verwenden, einmal also die Arbeiter in Bleifarbenwerken und dann die Anstreicher, Lackierer und Maler, ferner die in den **Blei- und Zinkhütten** Tätigen, die Bleilöter und schließlich die Arbeiter in den zahllosen Betrieben, in welchen das Blei in irgend einer Weise mit dem Arbeitenden in Berührung kommt, das sind, um einige der wichtigsten zu nennen, Akkumulatorenfabriken, Buchdruckereien, Schriftgießereien, keramische Industrie (die Glasur der Tongeschirre besteht meist aus Bleisilikat), Emaillieranstalten, Feilenhauereien usw.



Abb. 148. Bleisaum. Aus: Ärztliche Merkblätter über berufliche Vergiftungen (1913).

Die **Bleivergiftung** wird am ehesten durch richtiges persönliches Verhalten des Arbeiters **vermieden**. Sauberkeit der Hände und der Kleider. Vermeiden von Essen, Trinken, Rauchen, Schnupfen und Tabakkauen während der Arbeit oder mit ungereinigten Händen sind das Wesentlichste. (Vgl. das vom Reichsgesundheitsamt herausgegebene „**Bleimerkblatt**“, ferner auch das „**Merkblatt für Feilenhauer**“.)

Arbeiter, bei welchen die ersten Zeichen von Bleiintoxikation auftreten, sind von der weiteren Beschäftigung mit Bleiarbeiten fernzuhalten.

Im übrigen ist durch gewerbehygienische Maßnahmen Sorge zu tragen, daß ein Verstäuben von Blei beim Betriebe nicht stattfindet. Dazu gehört auch das Ölen der Fußböden in Druckereien usw. Bleidampf geht beim Schmelzen des Bleies in praktisch bedeutungsvoller Menge nicht in die Luft über.

Im übrigen müssen die Bestrebungen dahin gehen, das Blei durch minder gefährliche Stoffe zu verdrängen. Zur Zeit ist es leider noch ein technisch in sehr vielen Fällen unersetzbares Element.

Wegen der vom Blei ausgehenden Gefahren vgl. auch das Reichsgesetz, betreffend den Verkehr mit blei- und zinkhaltigen Gegenständen vom 25. Juni 1887 (S. 300).

Kupfer. Gewerbliche Vergiftungen durch Kupfer haben keine praktische Bedeutung.

Zink. Nach dem Gießen von Messing (Legierung aus Zink und Kupfer) werden die Arbeiter von einem kurz andauernden fieberhaften Zustand, dem sog. „Gießfieber", „Messingfieber" oder „Zinkfieber" befallen. Als Ursache ist die Einatmung des beim Gießen sich der Luft beimischenden Zinkoxydstaubes anzusehen. Die in Zinkhütten vorkommenden chronischen Vergiftungen sind hauptsächlich dem Bleigehalt des Rohmaterials zuzuschreiben, da der Staub in den Zinkhütten etwa 7 % Blei enthält. Eine chronische Zinkvergiftung ist nicht bekannt.

Quecksilber. Gewerbliche Quecksilbervergiftungen kommen überall da vor, wo mit metallischem Quecksilber oder seinen Salzen gearbeitet wird, also in Hutfilzfabriken und Haarschneidereien (Beizen), Thermometer- und Barometerfabriken, bei der Benutzung quecksilberhaltigen Lotes usw. Früher waren Quecksilbervergiftungen bei den Spiegelbelegern häufig. Da der Silberspiegelbelag aber jetzt ganz vorwiegt, sind die Quecksilberintoxikationen zurückgegangen. Das Quecksilber wird teils in Dampfform durch die Lungen, teils durch die Haut, teils auf dem Wege des Verdauungskanals aufgenommen. Eine Ablagerung findet hauptsächlich in der Leber und im Darm statt. Durch den Darm und auch durch den Harn und die Schweißdrüsen wird es wieder, aber sehr langsam, ausgeschieden.

Zeichen der Quecksilbervergiftung sind: Anfänglich Zahnfleischerkrankungen und Entzündungen des Magendarmkanals, später Intentionszittern, psychische Störungen, Kachexie. Auch die Nachkommenschaft wird geschädigt.

Chrom. Gewerbliche Chromvergiftungen kommen vor in der chemischen Industrie (Herstellung von Alkalichromaten), in der Chromgerberei, Textilindustrie usw.

Die Chromsäure und ihre Alkalisalze verursachen Ätzwunden auf der Haut und den Schleimhäuten (Nase, Mundhöhle, Rachen), auch akute Affektionen des Respirations- und Intestinaltraktus. Es bilden sich Chromgeschwüre, Ekzeme, Perforationen der Nasenscheidewand, doch entsteht keine Allgemeinerkrankung. Vgl. hierzu das im Reichsgesundheitsamt bearbeitete Merkblatt für Arbeiter in Chromgerberei-Betrieben.

Mangan. Mangansuperoxydstaub (Braunstein) verursacht eingeatmet nervöse und psychische Störungen. Es ist nur chronische Vergiftung bekannt.

Nickel. Arbeiter in Vernicklungsanstalten leiden bisweilen an Ekzemen (Nickelkrätze).

b) Organische Verbindungen.

Von der großen Zahl der organischen chemischen Verbindungen, welche dem Arbeiter Schaden bringen können, seien hier nur einige der wichtigsten erwähnt. Es handelt sich hier ganz vorwiegend um Vergiftungen der in der chemischen Großindustrie, im speziellen bei der Teerfarbenfabrikation beschäftigten Arbeiter. Meistens kommen sowohl akute Vergiftungen (Unfälle) als auch chronische zur Beobachtung.

Die Aufnahme der Gifte erfolgt durch die Lunge und die Haut, seltener durch die Verdauungsorgane. Die Stoffe wirken vielfach als Blutgifte (Methämoglobinbildung). Besonders zu nennen sind:

Benzol, die Nitroverbindungen des Benzols (Nitrobenzol, Dinitrobenzol, Trinitrotoluol, Dinitronaphthalin, Pikrinsäure u. a.), die Amidoderivate des Benzols (Anilin und verwandte Stoffe) und das Brommethyl, welches lähmend auf das Zentralnervensystem wirkt.

Der Methämoglobinnachweis erfolgt spektroskopisch (vgl. S. 349).

D. Die schädlichen Einwirkungen bakterieller Art auf die in der Industrie beschäftigten Arbeiter.

Sieht man von den Beschäftigungen ab, in deren Verlauf erfahrungsgemäß besonders leicht die Tuberkulose erworben wird und welche bereits oben unter den Einwirkungen physikalischer Art erörtert worden sind, so bleibt im wesentlichen die Milzbrandinfektion derjenigen Arbeiter übrig, welchen der Transport und die Verarbeitung tierischer Häute und Haare obliegt.

Der Infektion mit Milzbrand (vgl. S. 40) sind im besonderen ausgesetzt: Gerber, namentlich soweit sie ausländische Rohhäute verarbeiten — und das ist in großem Umfange der Fall —, ferner Arbeiter in Roßhaarspinnereien, Pinsel- und Bürstenmachereien und in Abdeckereien. Eine zuverlässige Prophylaxe in diesen Betrieben stößt deshalb auf gewisse Schwierigkeiten, weil eine gründliche vorherige Desinfektion das Rohmaterial vielfach unbrauchbar macht oder, wo sie schonender ist, oft den gewünschten Erfolg nicht hat. Für Häute wird allerdings neuerdings die Desinfektion in Salzsäurekochsalzgemischen, die sog. Pickelung, als im allgemeinen den Anforderungen entsprechend bezeichnet und auch vielfach ausgeführt. Für die ausländischen Haare und Borsten ist die Desinfektion mit Wasserdampf bzw. Formalinwasserdampf oder das Kochen in $2^0/_0$iger Kaliumpermanganatlösung vorgeschrieben. Wichtig ist die Belehrung der Arbeiter über die Art der ihnen drohenden Gefahren und ihre Vermeidung und Schutz der Arbeiter durch Vorhaltung geeigneter Arbeitsanzüge, Handschuhe, Schutzkappen für Kopf und Nacken, durch tunlichste Sauberkeit im Betriebe usw.

Eine Infektionsgefahr für die Abdecker besteht hauptsächlich in den kleineren Abdeckereien, in welchen Apparate für die thermische Verwertung oder Vernichtung der Kadaver (vgl. S. 456) fehlen.

Schließlich möge noch der Infektion Erwähnung getan werden, welcher sich hauptsächlich die Grubenarbeiter aussetzen, nämlich der Ankylostomiasis, jedoch kann wegen Einzelheiten dieser Erkrankung auf das im ersten Abschnitt (S. 99) Gesagte hingewiesen werden.

Gewerbebetriebe können durch Luftverschlechterungen, Lärm, Abwässer usw. nachteilig auf die Umgebung wirken. Ein gewisser Schutz gegen diese Gefahren ist durch die §§ 16ff. der Gewerbeordnung für das Deutsche Reich gegeben, welche für eine große Reihe gewerblicher Anlagen eine besondere Genehmigung vorschreiben, denjenigen, welche ihre Interessen durch die Neuanlage für gefährdet halten, Gelegenheit geben, Einwendungen anzubringen und welche auch ohne solche der Behörde die Pflicht auferlegen, die Genehmigung zu versagen, wenn die Prüfung ergibt, daß durch die Errichtung der Anlage erhebliche Gefahren, Nachteile oder Belästigungen für das Publikum herbeigeführt werden können. Die §§ 906 und 907 des B.G.B. geben außerdem die Möglichkeit, gegen Anlagen auf Nachbargrundstücken, die eine unzulässige Einwirkung auf die Nachbarschaft haben können, im Klagewege vorzugehen (vgl. auch S. 168).

E. Unfälle in gewerblichen Betrieben.

Eine besondere Gruppe für sich bilden die Unfälle im Gewerbebetriebe, zu welchen zwar die akuten Vergiftungen zählen, welche ihrer großen Mehrzahl nach aber traumatischer Natur sind. Beim „Unfall" muß der Betroffene durch ein plötzliches Ereignis eine Schädigung seiner körperlichen oder geistigen Gesundheit erfahren haben. „Gewerbekrankheiten" sind Erkrankungen, die durch allmähliche Einwirkung gewerblicher Gifte oder bestimmter gewerblicher Betriebsweisen zu entstehen pflegen. Die Verpflichtung der Arbeitgeber, die Arbeiter gegen Gefahren für Leben und Gesundheit tunlichst zu schützen, gründet sich auf den § 120a der Gewerbeordnung für das Deutsche Reich. Die Fabriken usw. unterliegen der Gewerbe-Unfallversicherung (s. u.). Auf die Art der Unfälle einzugehen, verbietet der Raummangel. Ihre Verhütung oder Einschränkung geschieht durch die Anbringung mannigfaltiger Sicherungs- und Schutzeinrichtungen an den Maschinen und Arbeitsgeräten, muß also spezialisiert werden. In der „Ständigen Ausstellung für Arbeiterwohlfahrt" in Charlottenburg ist eine reichhaltige Sammlung dieser Schutzvorrichtungen zusammengestellt.

In allen Gewerbebetrieben müssen ferner nach § 120 a der Gewerbeordnung eine Reihe allgemeiner hygienischer Forderungen hinsichtlich der Lüftung, Beleuchtung, Regelung der Temperatur usw. erfüllt werden. Die Anforderungen an die Lüftung (bzw. den Luftkubus) müssen naturgemäß um so höher gestellt werden, je mehr die Gefahr der Gesundheitsschädigung durch Gase und Staub gegeben ist. Desgleichen ist für Wasch- und eventuell auch Baderäume, gesonderte Räume zum Einnehmen von Speisen und Getränken, Umkleideräume, ausreichende Anzahl von Aborträumen u. dgl. Sorge zu tragen (§ 120 b der Gewerbeordnung).

F. Arbeiterschutzgesetzgebung.

Durch eine große Reihe gesetzlicher Bestimmungen hat man versucht, den Arbeiter nach Möglichkeit vor Gesundheitsschädigungen zu bewahren.

Ohne auf Einzelheiten einzugehen seien hier nur genannt:

1. Die schon mehrfach erwähnte „Gewerbeordnung für das Deutsche Reich" in der Fassung vom 1. Juni 1891 (sog. „Arbeiterschutzgesetz") nebst zahlreichen späteren Änderungen enthält im Titel VII (§§ 105—139 m) die Bestimmungen über die gewerblichen Arbeiter. Darin werden geregelt: Sonntagsruhe, Arbeitszeit, Lehrlingsverhältnis, Arbeitsordnung, Kinderarbeit[1]), Beschäftigung von jugendlichen Arbeitern und Arbeiterinnen[2]) (vgl. §§ 136—139 a), Befugnisse der Gewerbeaufsichtsbeamten (§ 139 b) u. a. m. Nach einer Anordnung der

[1]) Nach § 135 dürfen „Kinder unter 13 Jahren" überhaupt nicht und „Kinder unter 14 Jahren" höchstens 6 Stunden täglich im Gewerbebetrieb beschäftigt werden. „Junge Leute zwischen 14 und 16 Jahren" dürfen höchstens eine 10-stündige Arbeitszeit haben.

[2]) § 136 und § 137 verbietet für jugendliche Arbeiter und Arbeiterinnen die Nachtarbeit. Arbeiterinnen dürfen vor und nach ihrer Niederkunft im ganzen während 8 Wochen nicht beschäftigt werden. Ihr Wiedereintritt ist an den Ausweis geknüpft, daß seit ihrer Niederkunft wenigstens sechs Wochen verflossen sind.

Volksbeauftragten vom 23. Nov. 1918 über die Regelung der Arbeitszeit gewerblicher Arbeiter darf die tägliche regelmäßige Arbeitszeit ausschließlich der Pausen 8 Stunden nicht überschreiten. Hierdurch sind also die vorgenannten Bestimmungen z. T. gegenstandslos geworden. Die §§ 120a bis 120g enthalten die besonderen fabrikhygienischen Vorschriften.

2. Die „Reichsversicherungsordnung" vom 19. Juli 1911 umfaßt die Krankenversicherung, die Unfallversicherung und die Invaliden- und Hinterbliebenenversicherung. Die Träger der Krankenversicherungen sind die Krankenkassen, die der Unfallversicherung die Berufsgenossenschaften oder bei staatlichen Betrieben das Reich oder der betreffende Bundesstaat in Form von Ausführungsbehörden, die der Invalidenversicherung die Versicherungsanstalten. Bei der Krankenversicherung sollen die Mittel (bestimmungsgemäß) zu $^2/_3$ durch die Arbeitnehmer, zu $^1/_3$ durch die Arbeitgeber, bei der Unfallversicherung durch die Arbeitgeber allein und bei der Invaliden- und Hinterbliebenenversicherung durch Arbeitgeber, Versicherte und das Reich aufgebracht werden. Von 1885 bis 1909 sind an Versicherungsbeiträgen einschließlich des Reichszuschusses rund 10 Milliarden Mark aufgebracht worden.

Die öffentlichen Behörden der Reichsversicherung sind die Versicherungsämter, die Oberversicherungsämter, das Reichsversicherungsamt und die Landesversicherungsämter.

Zur Krankenversicherung sind mit bestimmten Ausnahmen verpflichtet die gegen Entgelt Beschäftigten, soweit ihr regelmäßiger Jahresarbeitsverdienst 2500 Mk. an Entgelt (Gehalt, Lohn, Gewinnanteile, Sach- und andere Bezüge) nicht übersteigt.

Der Unfallversicherung unterliegen (wieder mit bestimmten Ausnahmen) alle in Betrieben mit besonderer Unfallgefahr beschäftigten (die Betriebe sind einzeln angegeben) Arbeiter, Gehilfen, Gesellen, Lehrlinge und Betriebsbeamten, deren Jahresarbeitsverdienst nicht 5000 Mk. an Entgelt übersteigt.

Nach § 547 der R.V.O. kann durch Beschluß des Bundesrats die Unfallversicherung auf bestimmte gewerbliche Berufskrankheiten ausgedehnt werden. Der Bundesrat ist berechtigt, für die Durchführung besondere Vorschriften zu erlassen.

Zur Invaliden-, Alters- und Hinterbliebenenversicherung sind verpflichtet gegen Entgelt beschäftigte Personen, deren regelmäßiger Arbeitsverdienst 2000 Mk. an Entgelt nicht übersteigt.

Es werden gewährt bei der Krankenversicherung: Krankenhilfe (bis zu 26 Wochen), Wochengeld (für 4—8 Wochen)[1]), Sterbegeld (das 20fache des Grundlohns), eventuell Familienhilfe. Bei der Unfallversicherung: Schadenersatz für Körperverletzung oder Tötung in Form von Krankenbehandlung, Rente oder Heilanstaltpflege; Sterbegeld, Hinterbliebenenrente.

Bei der Invaliden- usw. Versicherung: Invaliden- oder Altersrenten; Renten, Witwengeld und Waisenaussteuer für Hinterbliebene. Die Höhe der Entschädigung richtet sich nach der Lohnklasse, in welcher der Versicherte versichert war. Als Invalide gilt, wer nicht mehr imstande ist $^1/_3$ dessen zu verdienen, was gesunde Personen seiner Art und Ausbildung zu verdienen pflegen oder (vorübergehend) wer länger als 26 Wochen krank ist.

Altersrente erhält der Versicherte vom vollendeten 70. Lebensjahre an, auch wenn er noch nicht invalide ist. Diese Grenze ist durch Gesetz vom 12. Juni 1916 auf das 65. Lebensjahr herabgesetzt worden.

Witwenrente erhält die dauernd invalide Witwe nach dem Tode ihres versicherten Mannes oder (vorübergehend) nach längerer als 26 wöchiger Krankheit.

Waisenrente erhalten nach dem Tode des versicherten Vaters seine ehelichen Kinder unter 15 Jahren und nach dem Tode einer Versicherten ihre vaterlosen (auch unehelichen) Kinder unter 15 Jahren. Wegen aller Einzelheiten muß auf die

[1]) Vgl. hierzu S. 355.

einschlägigen Bestimmungen der ungemein umfangreichen über 1700 §§ betragenden Reichsversicherungsordnung verwiesen werden.

Der Artikel 161 der neuen Reichsverfassung vom 31. Juli 1919 stellt die Schaffung eines umfassenden Versicherungswesens unter maßgebender Mitwirkung der Versicherten in Aussicht.

VI. Untersuchungsmethoden.

A. Zum Kapitel I—III.

Wegen Beurteilung der Milch sei auf den dritten, wegen Prüfung der Heiz- und Lüftungsanlagen auf den zweiten, wegen Prüfung der Lichtverhältnisse auf den vierten Abschnitt des Buches verwiesen.

Nur einige Bemerkungen über die Untersuchung der natürlichen Beleuchtung in Schulen mögen hier noch Platz finden. Sie nehmen Bezug auf die Ausführungen auf S. 362 f. dieses Abschnittes.

In vielen Fällen kommt man mit der Bestimmung des Einfallswinkels und des Öffnungswinkels aus. Zur Not genügt ein Taschenspiegel (Flügge), um die Grenze zu finden, bis zu welcher die Plätze direktes Himmelslicht erhalten. Sonst benutzt man den Öffnungswinkelmesser nach Gotschlich (Krüß), welcher zugleich den mittleren Einfallswinkel zu messen erlaubt (Abb. 149).



Abb. 149. Instrument zur Messung des Öffnungs- und Elevationswinkels. (Nach Gotschlich-Krüß.)

Messungen der freien Himmelsfläche sind umständlicher. Der verhältnismäßig einfachste Apparat hierfür ist der Raumwinkelmesser nach L. Weber (Abb. 150), schwieriger zu handhaben ist der Moritz-Webersche Universal-Raumwinkelmesser. Bei der von Pleier angegebenen Modifikation wird das Bild des reduzierten Raumwinkels photographisch fixiert. Abänderungen dieses Apparates zwecks Ausschaltung des Photographierens sind von Korff-Petersen und Wagner vorgeschlagen worden.

Der von Thorner angegebene, einfach konstruierte Beleuchtungsprüfer[1]) vergleicht die Platzhelligkeit mit der Helligkeit eines von der freien Himmelsfläche durch eine Konvexlinse bestimmter Apertur entworfenen reellen Bildes. Ist die Platzhelligkeit größer oder ebenso groß als das Bild der Himmelsfläche, so wird der Platz als brauchbar angesehen, ist sie geringer, so hat der Platz nicht die vorgeschriebene Beleuchtung. Die Angaben des Apparates sind aber nicht immer eindeutig, sie sind auch vom Wetter abhängig.

[1]) Hergestellt von Schmidt und Haensch in Berlin.

Der Staubgehalt der Klassenluft kann mittelbar durch Bestimmung der in einem gewissen Luftquantum befindlichen Mikroorganismen durch das Kulturverfahren festgestellt werden.

Zur Messung der körperlichen und geistigen Leistungsfähigkeit der Schüler kann der Schularzt verschiedene Methoden und Apparate heranziehen. Die körperliche Leistungsfähigkeit wird gemessen durch das Dynamometer, die geistige Leistungsfähigkeit durch Messung der Reaktionszeit mit Hilfe des Federkymographion und des Chronoskops (Messung psychischer Zeiten); für die Ermüdung sind unter Umständen Messungen der Raumschwelle mittels des Ästhesiometers oder Messungen mittels des Ergographen brauchbar



Abb. 150. Raumwinkelmesser. (Nach L. Weber.)

Die Platte G ist mittels Stellschrauben mit Hilfe der Dosenlibelle L genau horizontal einzustellen. Sie trägt eine drehbare Platte P, mit einem in Quadrate von 2 mm Seitenlänge geteiltem Papier, deren Winkel gegen die Horizontale am Gradbogen B gemessen werden kann. Auf der Platte sitzt der Linsenträger T, an dem eine Linse verschiebbar ist. Nachdem man das Instrument auf den Platz gestellt hat richtet man die Linse gegen den Himmel und dreht so lange, bis man die größte helle Fläche erreicht. Diese zeichnet man nach, liest den Winkel ab und zählt die hellen Quadrate aus. Es sollen wenigstens 50 Quadratgrade zu zählen sein, wenn die Helligkeit bei trüber Witterung 10 Meterkerzen erreichen soll. (Nach Emmerich-Trillich.)

oder Methoden des Addierens und Kombinierens und Prüfung der Reaktionsgeschwindigkeit.

Auf die sonstige ärztliche und zahnärztliche Untersuchung der Schüler kann hier nur hingewiesen werden.

B. Untersuchungsmethoden zum Kapitel IV.

Die Feststellung venerischer Infektionen erfolgt teils mikroskopisch, teils auf serologischem Wege (Wassermannsche Reaktion), teils klinisch. Letztere Untersuchungen fallen nicht in den Rahmen dieser Darstellung. Wegen der mikroskopischen und serologischen Prüfungen vgl. den ersten Abschnitt des Buches.

C. Untersuchungsmethoden zum Kapitel V.

Gewerbehygienische Untersuchungen können, abgesehen von den klinischen Untersuchungen Erkrankter, zum Gegenstand haben: Temperatur-, Feuchtigkeits- und Luftdruckmessungen, Ventilationsbestimmungen, Helligkeitsmessungen, Gehalt der Luft an schädlichen Bestandteilen u. dgl. Wegen der hierbei anzuwendenden Methoden wolle man den ersten, zweiten und vierten Abschnitt des Buches vergleichen.

Literatur.

Baum, M., Grundriß der Gesundheitsfürsorge zum Gebrauch für Schwestern usw. 1919.
Birk, Rolffs und Tugendreich, Öffentlicher Kinderschutz in Weyls Handb. d. Hyg. 2. Aufl. Bd. VI. 1912.
Bluhm, Hygien. Fürsorge f. Arbeiterinnen und deren Kinder in Weyls Handb. d. Hyg. 2. Aufl. Bd. VII. 1914.
Burgerstein und Netolitzky, Handbuch der Schulhygiene in Weyls Handb. d. Hyg. 2. Aufl. Bd. VI. 1912.
Deutsche Reich, das, in gesundheitlicher und demographischer Beziehung. Festschrift 1907.
Dresel, Soziale Fürsorge. 1918.
v. Drigalski, Schulgesundheitspflege. 1912.
Feeg, Unfallverhütung und Fabrikshygiene. 1912.
Ficker, Fortschritte der Schulhygiene. 1910.
Fischer, Grundriß der sozialen Hygiene. 1913.
Funke, Die Reichsversicherung. 1911.
Fürst und Pfeiffer, Schulhygienisches Taschenbuch. 1907.
Gewerbehygiene, spezielle, in Weyls Handb. d. Hyg. 2. Aufl. Bd. VII.
Gottstein und Tugendreich, Sozialärztliches Praktikum. 1918.
Grotjahn, Soziale Pathologie. 2. Aufl. 1915.
Grotjahn, und Kaup, Handwörterbuch der sozialen Hygiene. 1912.
Hartmann, K., Reinhaltung der Luft in Arbeitsräumen und allgemeine Unfallverhütung in gewerblichen Betrieben in Weyls Handb. d. Hyg, 2. Aufl. Bd. VII. 1914.
Kleinkinderfürsorge, Einführung in ihr Wesen und ihre Aufgaben. 1917.
Koelsch, Allgemeine Gewerbepathologie und Gewerbehygiene in Weyls Handb. d. Hyg. 2. Aufl. 1914.
Kotelmann, Schulgesundheitspflege. 1914.
Kruse und Selter, Die Gesundheitspflege des Kindes. 1914.
Langstein und Rott, Atlas der Hygiene des Säuglings und Kleinkindes. 1918.
Lehmann, K. B., Kutzes Lehrbuch der Arbeits- und Gewerbehygiene. 1919.
Lehmann, K. B. und Francke, Die chemische Industrie und die Gesundheit. 1911.
Leonhard, Die Prostitution, ihre hygienische, sanitäre, sittenpolizeiliche und gesetzliche Bekämpfung. 1912.
Leubuscher, Schulhygiene im Handbuch der praktischen Hygiene von R. Abel. 2. Bd. 1913.
Leymann, Die Bekämpfung der Bleigefahr in der Industrie. 1908.
Merkblatt für Ärzte über Vergiftungen beim Arbeiten mit nitrierten Kohlenwasserstoffen der aromatischen Reihe unter besonderer Berücksichtigung der Dinitrobenzolvergiftung. 1918.
Merkblätter, bearbeitet im Kaiserl. Gesundheitsamt.
Merkblätter, ärztliche, über berufliche Vergiftungen. 1913.
Meumann, Vorlesungen zur Einführung in die experimentelle Pädagogik. 3. Bd. 1914.
Neißer, Die Geschlechtskrankheiten und ihre Bekämpfung. 1916.
v. Noorden und Kaminer, Krankheiten und Ehe. 2. Aufl. 1916.
Pappritz, Einführung in das Studium der Prostitutionsfrage. 1919.
Rambousek, Gewerbehygiene. 1909.
Ritter und Kientopf, Die Schulzahnpflege. 1916.
Roth, Kompendium der Gewerbekrankheiten. 1909.
Süpfle, Hygiene des schulpflichtigen Alters im Handb. d. Hyg. von Rubner-v. Gruber-Ficker. 4. Bd. 1912.

Sechster Abschnitt.

Die Wohnung und die mit ihr zusammenhängenden Fragen der öffentlichen Gesundheitspflege.

I. Wasserversorgung[1]).

Die Einrichtungen zur Versorgung mit Trink- und Nutzwasser sollen die notwendigen Wassermengen entweder für einzelne Wohnhäuser und sonstige Gebäude (Einzelwasserversorgung) oder für ganze Ortschaften oder Teile derselben (zentrale Wasserversorgung) liefern.

Der Einzelwasserversorgung dienen fast ausschließlich Brunnen und Quellen verschiedener Konstruktion, für zentrale Wasserversorgungen werden außer Brunnen häufig auch Anlagen benutzt, welche Oberflächenwasser zuleiten.

Man wird im allgemeinen die hygienischen Anforderungen bei allen, einer zentralen Versorgung dienenden Anlagen höher spannen müssen, als bei solchen für Einzelwasserversorgung.

A. Die verschiedenen Arten der Wasserversorgung.

1. Grundwasserversorgung durch Brunnen.

Unter Grundwasser versteht man das über einer wasserundurchlässigen Bodenschicht in den Poren des Bodens (Grundwasserträger) angesammelte Wasser, welches entweder durch Versickerung von der Bodenoberfläche her auf die undurchlässige Schicht gelangt ist oder durch Kondensation aus Wasserdampf in den Poren sich gebildet hat. Im ersteren Fall hat das Wasser auf seinem Wege ein Bodenfilter passiert, durch welches es von Schwebestoffen einschließlich Bakterien völlig befreit sein kann, im letzteren Fall kann es von Haus aus überhaupt keine Schwebestoffe enthalten. Die Reinheit des durch Versickerung entstandenen Grundwassers hängt ab von der Feinheit des Bodenfilters und von der Dicke der filtrierenden Schicht, d. h. je tiefer der Grundwasserspiegel unter Terrain steht und je feiner und homogener der Boden ist, um so sicherer ist der Filtrationseffekt. Für den Filtrationseffekt des natürlichen Bodens (und der künstlichen Sandfilter) ist also die Korngröße des Materials von Bedeutung. Näheres hierüber siehe S. 468.

[1]) Vgl. auch den dritten Abschnitt, S. 269.

Hygienisch stets bedenklich ist ein aus Gesteinsspalten und Klüften stammendes Wasser.

Man nimmt gewöhnlich an, daß ein Grundwasser praktisch keimfrei ist, wenn es in gewachsenem, feinkörnigem, gut filtrierendem Boden mindestens 4 m unter Terrain steht. Noch sicherer gegen Verunreinigung von der Bodenoberfläche her ist dasjenige Grundwasser geschützt, dessen Grundwasserträger von einer undurchlässigen Schicht überlagert ist. Wenn mehrere „Grundwasserstockwerke" übereinander liegen, so durchfährt man daher in solchen Fällen gern die erste undurchlässige Schicht mit dem Brunnenrohr und holt sich das Wasser aus dem tieferen Wasserstockwerk.

Grundwasser gilt im allgemeinen im Vergleich zum Oberflächenwasser für hygienisch besser, weil es

1. meistens vor Infektion geschützt ist,
2. wegen der im Grundwasser gelösten Kohlensäure bzw. wegen der vorhandenen doppeltkohlensauren Kalksalze einen besseren Geschmack hat,
3. eine gleichmäßigere mittlere Temperatur besitzt, d. h. im Winter nicht zu kalt und im Sommer nicht zu warm ist, Fehler, die dem Oberflächenwasser meist anhaften.

Nachteile der Grundwasserversorgung können sein:

1. nicht ausreichende Menge,
2. abnormer Salzgehalt (z. B. brakiges Wasser, Wasser in bestimmten Gegenden mit Salzbergbau),
3. Färbungen durch Huminsubstanzen,
4. Gehalt an Eisen und Manganverbindungen, sowie an Schwefelwasserstoff. An der Luft fallen die ursprünglich gelösten Eisen- und Mangansalze aus und machen das Wasser unbenutzbar und unappetitlich.

Die unter 3 und 4 genannten Fehler lassen sich durch geeignete Maßnahmen beseitigen, die unter 2 genannten nicht. Dem unter 1 genannten Mangel läßt sich bisweilen durch Erweiterung der Wasserfassung begegnen.

Artesisches Grundwasser ist Grundwasser, welches zwischen zwei undurchlässigen Schichten unter Spannung steht und beim Anbohren der oberen undurchlässigen Schicht durch eigenen Druck zutage bricht, oft in einem sich weit über die Terrainoberfläche erhebendem Strahl. „Artesisch" im engeren Sinn werden nur die letzteren Wasser genannt. Andere einfach gespannte Grundwasserspiegel finden sich sehr häufig. Da man bei Quellwässern ihre Herkunft und die Sicherheit des Filtrationsvorganges (Quellen in klüftigem Boden, z. B. im Kalk) schwieriger verfolgen kann als bei Grundwässern, so ist dem Quellwasser stets mit größerem Mißtrauen zu begegnen als dem echten Grundwasser.

Ungereinigtes Oberflächenwasser kann nur in wenigen Ausnahmefällen (s. Talsperren) unmittelbar als Trinkwasser dienen.

Das Ziel der Wasserhygiene ist, für den Menschen ein von Infektionserregern freies, wohlschmeckendes und für wirtschaftliche Zwecke gut brauchbares Wasser in hinreichender Menge zu liefern. Unsere Kenntnisse darüber, ob vereinzelte im Trinkwasser vorhandene Infektionserreger (Typhus, Cholera) eine Infektion auszulösen vermögen, sind aber noch ebenso unsicher wie diejenigen über die Bedingungen und Voraussetzungen der natürlichen Infektion überhaupt. Daher sind die bei der Anlage von Wasserversorgungsanlagen verlangten Sicherheitsmaßnahmen nur zum Teil wissenschaftlich begründet, zum Teil stellen sie ziemlich

willkürliche, bisweilen wahrscheinlich zu hoch geschraubte Forderungen dar. So sind z. B. manche der in den Brunnenordnungen geforderten Maße für Dicke und Länge der undurchlässigen Wandung, Entfernung von Infektionsquellen usw. nur Schätzungen und nicht auf experimenteller Grundlage beruhende Größen. Der Hygieniker gleicht in diesem Falle einem Ingenieur, der eine Brücke so konstruiert, daß sie nach der Berechnung ein Mehrfaches dessen zu tragen vermag, was ihr für gewöhnlich zu tragen auferlegt wird.

Brunnen.

Nach der Bauart unterscheidet man: Schacht- oder Kesselbrunnen und Rohrbrunnen, nach der Tiefe: Flach- und Tiefbrunnen.

Flachbrunnen sind entweder Kessel- oder Rohrbrunnen. Tiefbrunnen sind meistens Rohrbrunnen, da die Anlage von Kesselbrunnen zur Förderung von Wasser aus größeren Tiefen zu teuer ist. Kesselbrunnen werden den Rohrbrunnen bisweilen vorgezogen, weil sie ergiebiger sind. Sonst bieten sie im allgemeinen keine Vorteile.

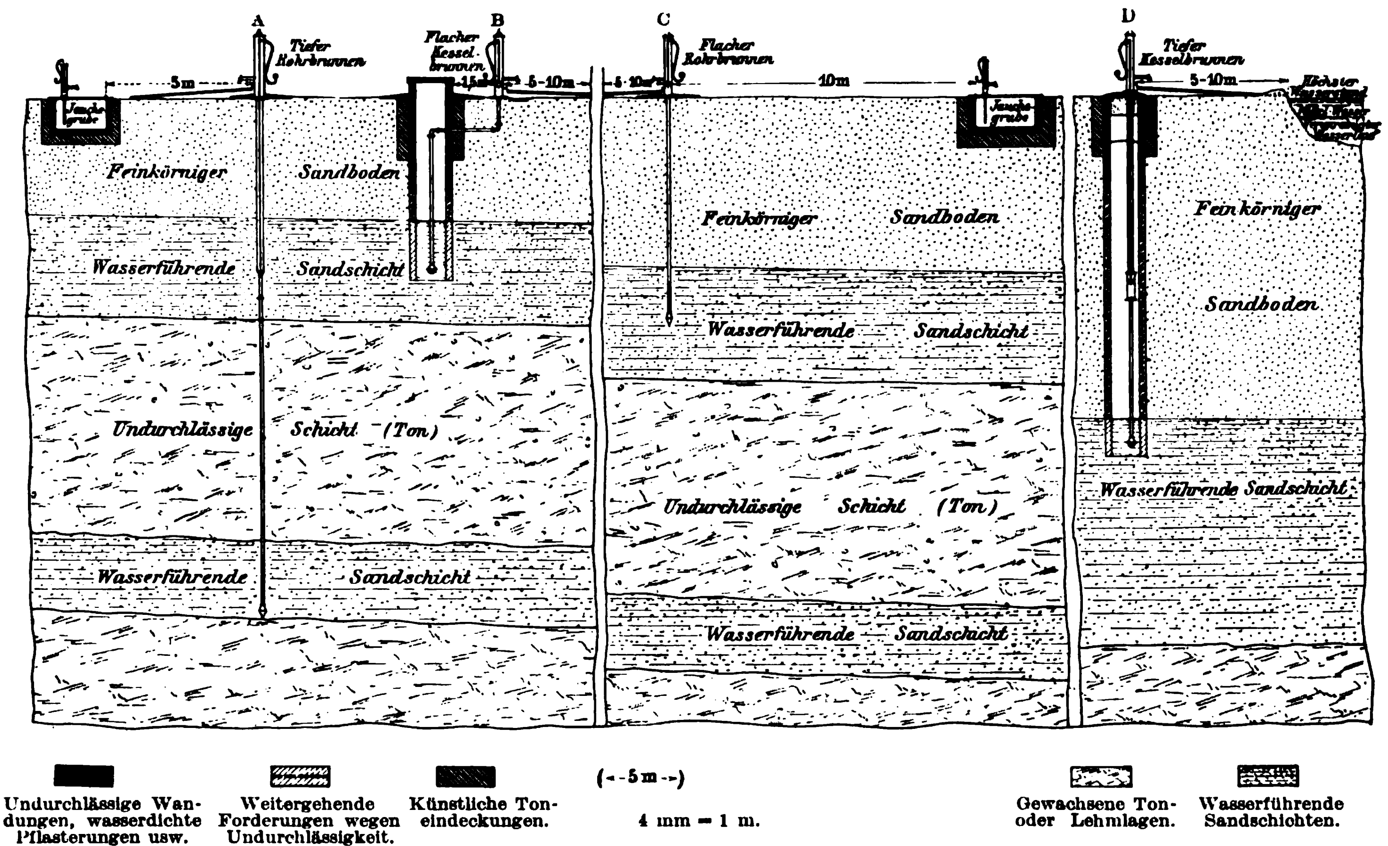
Eine scharfe Grenze zwischen Flachbrunnen und Tiefbrunnen gibt es im übrigen nicht. Praktisch kann man die ungefähre Grenze bei etwa 7 m annehmen. Grundwasser, dessen Spiegel tiefer als etwa 7 m unter Terrain steht, läßt sich nämlich mit einer gewöhnlichen Pumpe nicht mehr fördern, sondern es muß in solchen Fällen der Saugkolben tiefer gelegt werden. Hierbei sei bemerkt, daß vom hygienischen Standpunkt aus nicht die Lage des sich nach der Bohrung einstellenden Grundwasserspiegels oder die Lage der Kesselsohle unter Terrain für die Beurteilung der Tiefe eines Brunnens maßgebend ist, sondern bei Rohrbrunnen die Lage der Eintrittsstelle des Wassers in das Brunnenfilter und bei Kesselbrunnen die Tiefe, von welcher an der Brunnenschacht durchlässig wird.

Die verschiedenen Brunnentypen und die bei ihrer Anlage zu beachtenden Gesichtspunkte ergeben sich aus der schematischen Skizze der Abb. 151. Von links nach rechts sind hier dargestellt ein tiefer Rohrbrunnen (A), ein flacher Kesselbrunnen (B), ein flacher Rohrbrunnen (C) und ein tiefer Kesselbrunnen (D).

Für den Schutz des Brunnenwassers gegen Verunreinigung sind zwei Gesichtspunkte von Wichtigkeit.

1. Schutz gegen Verunreinigung unmittelbar von oben her.

Dieser Schutz ist besonders wichtig für Kesselbrunnen. Man verlangt daher Erhöhung des Brunnenschachtes über Terrain, damit unreine Flüssigkeiten nicht in den Kessel hineinlaufen können, einen wasserundurchlässigen übergreifenden Schachtdeckel (Abb. 151 B) oder eine Abdeckung des Brunnenschachtes unter Terrain und Füllmasse (Lehmschlag usw.) bis zur Terrainoberfläche nebst Brunnendeckel (Abb. 151 D). Da, wenn die Saugpumpe über dem Brunnenkessel steht, eine Dichtung an der Durchführungsstelle schwierig ist (durch diese Undichtigkeit erfolgt am leichtesten eine Verunreinigung des Brunnenschachtinhalts), bevorzugt man die seitliche Aufstellung der Pumpe, wie in Abb. 151 B gezeigt ist. Diese Anordnung ist aber nach dem oben Gesagten nur möglich bei einem Grundwasserspiegel, der nicht unter 7 m tief steht.

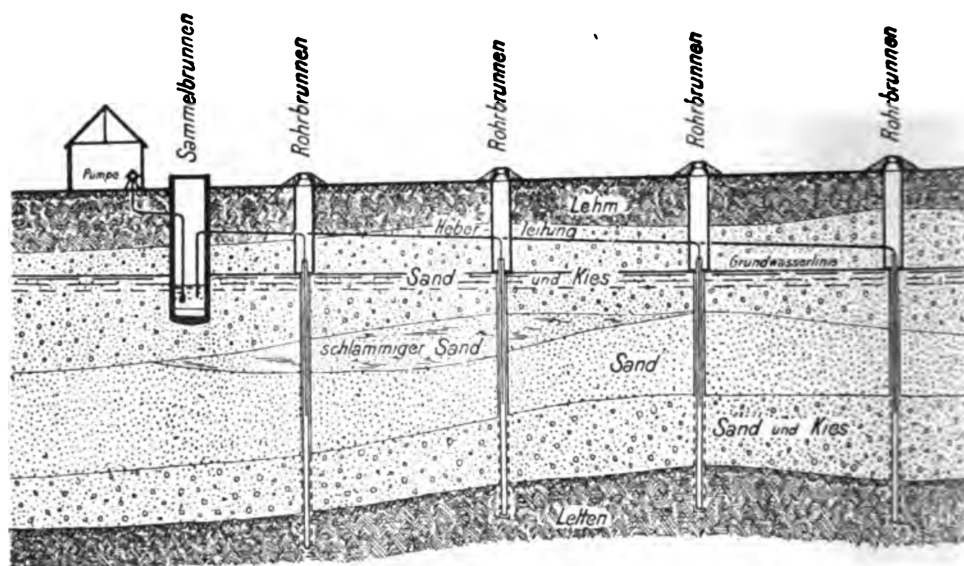


Undurchlässige Wandungen, wasserdichte Pflasterungen usw. — Weitergehende Forderungen wegen Undurchlässigkeit. — Künstliche Toneindeckungen. — (←5m→) 4 mm = 1 m. — Gewachsene Ton- oder Lehmlagen. — Wasserführende Sandschichten.

Abb. 151. Schematische Darstellung der durchschnittlichen hygienischen Mindestforderungen für Einzelbrunnen auf Grund einer Reihe von in Deutschland erlassenen Brunnenordnungen. (Nach einer im Reichs-Gesundheitsamt gefertigten Darstellung.)

2. Schutz gegen seitliche infektiöse Zuflüsse.

Die Kesselwandungen müssen in ihren oberen Teilen, am besten bis zur wasserführenden Schicht, völlig wasserundurchlässig hergestellt werden. Zur Sicherung dient noch die Anbringung von Lehmschlag außen um den Kessel herum. Es muß ferner Vorsorge getroffen werden, daß die nächste Umgebung des Brunnens wasserundurchlässig abgepflastert ist und hinreichendes Gefälle vom Brunnen fort besitzt, so daß alles am Brunnen ausgegossene (Schmutz-) Wasser sofort abfließen kann.



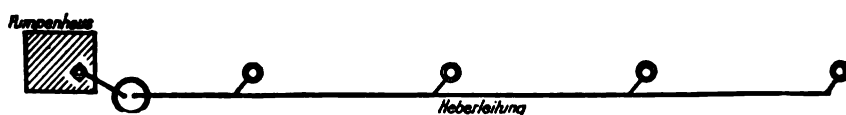


Abb. 152. Brunnen einer zentralen Grundwasserversorgung.

Befinden sich Lagerstätten von infektiösem Material in der Nähe (Jauchegruben, Müllgruben usw.), so sollten dieselben bei Flachbrunnen mindestens 10, bei Tiefbrunnen mindestens 5 m vom Brunnen entfernt liegen, homogenes feinkörniges Bodenmaterial vorausgesetzt, und völlig wasserdichte Wände haben (vgl. Abb. 151 A u. C). Bei Flachbrunnen in der Nähe von Wasserläufen ist vorsichtig zu prüfen, ob eine Infektionsmöglichkeit von diesen aus besteht. Im Überschwemmungsgebiet eines Flusses ist die Anlage von Brunnen nach Möglichkeit zu vermeiden.

Kesselbrunnen haben zumeist einen Durchmesser von 0,8—1,5 m.

Einzel-Röhrenbrunnen (Ramm- oder Schlagbrunnen, Nortonsche Röhren, abessinische Brunnen) bestehen aus 3—6 cm weiten, verzinkten schmiedeeisernen Rohren, welche am untersten Ende mit einer

Stahlspitze bewehrt sind. Die Wand des Rohres oberhalb der Spitze ist auf eine wechselnde Länge (durchschnittlich etwa 70 cm) mit Schlitzen oder Löchern von 3—6 mm Weite versehen. Dieser Teil des Rohres (das Brunnenfilter, die Eintrittsstelle für das Grundwasser) pflegt zum Schutz gegen Verstopfung durch Sand usw. noch mit einem engmaschigen Drahtgewebe überzogen zu sein.

Rohrbrunnen sind ihrer Konstruktion entsprechend gegen Infektion unmittelbar von oben her weitaus besser geschützt als Kesselbrunnen. Für die Infektion von der Seite her gilt etwa das gleiche, wie für einen gut konstruierten Schachtbrunnen. Die Ergiebigkeit der Rohrbrunnen ist der geringen Filterfläche wegen unter gleichen Verhältnissen bedeutend niedriger zu veranschlagen als die eines Kesselbrunnens.

Wasserwerksrohrbrunnen werden mittels besonderer Bohrverfahren in weit größeren Dimensionen hergestellt als die von Hand betriebenen Einzelbrunnen. Man bringt hier gewöhnlich erst ein weites Mantelrohr nieder, in dasselbe wird ein Futterrohr mit Filterkorb (Sauger) eingeführt und das Mantelrohr dann, nach Einbringung einer Kiesfüllung um das Filter, soweit in die Höhe gezogen, daß der Filterkorb frei in der wasserführenden Schicht steht.

Bei zentralen Wasserleitungen werden eine größere Reihe von Brunnen zu Brunnengalerien vereinigt. Die Saugerohre der einzelnen Brunnen sind an eine gemeinsame Heberleitung angeschlossen, welche in den Sammelbrunnen mündet (Abb. 152). Wenn die Pumpen aus diesem Sammelbrunnen das Wasser ständig absaugen, so strömt durch die Heberleitung das Wasser aus den Rohrbrunnen nach.

Bei der Beurteilung eines Brunnenwassers auf Reinheit vom bakteriologischen Standpunkt aus muß man intermittierend und kontinuierlich abgepumpte Brunnen auseinanderhalten. Erstere, d. h. fast alle von Hand betriebenen Einzelbrunnen, werden immer ein keimreicheres Wasser liefern als letztere.

Eine Grenzzahl, welche den zulässigen Bakteriengehalt im Brunnenwasser angibt, wie solche rein empirisch beim künstlichen Sandfilter festgesetzt worden ist (100 Keime im Kubikzentimeter filtrierten Wassers), gibt es für Brunnen nicht. Die bakteriologische Untersuchung eines Brunnenwassers auf Keimgehalt hat überhaupt nur einen Sinn, wenn der Brunnen sehr lange und sehr gleichmäßig kontinuierlich abgepumpt worden ist, nachdem die Pumpenrohre usw. durch gründliche mechanische Reinigung und womöglich auch Desinfektion von den anhaftenden Bakterien befreit worden sind. Unter dieser Voraussetzung läßt sich allerdings bisweilen der Nachweis der annähernden oder völligen Sterilität des Grundwassers führen. Eine solche Prüfung kann bei Errichtung neuer Grundwasserwerke notwendig werden.

Ein wichtiges Moment für die hygienische Beurteilung eines Brunnens ist ferner die Feststellung der Größe der Absenkung des natürlichen Grundwasserspiegels bei der Beanspruchung. Bei einem nicht im Betrieb befindlichen Brunnen stellt sich der Wasserspiegel entsprechend dem Niveau des Grundwassers ein und fällt und steigt nur mit diesem; beim Abpumpen sinkt der Grundwasserspiegel im Brunnen meist ab, und zwar um so mehr, je größer die entnommene Wassermenge, je feinporiger und je weniger ergiebig der Grundwasserträger ist. Es

bildet sich, im senkrechten Schnitt betrachtet, die Depressionskurve aus, und in der Umgebung des Brunnens ein Depressionskreis (Abb. 153). Wird ganz gleichmäßig eine größere Wassermenge abgepumpt, so stellt sich der Grundwasserspiegel im Brunnen schließlich auf ein bestimmtes niedriges Niveau ein (Beharrungszustand). Bei diesem Grade der Absenkung pflegt dann in der Zeiteinheit der Brunnen dauernd die gleiche Menge Wasser zu liefern. Sehr große Absenkungen sind häufig ein Zeichen geringer Ergiebigkeit des Grundwasserträgers und mahnen zur Vorsicht. Unter „spezifischer Ergiebigkeit" versteht man die Wassermenge, welche ein Rohrbrunnen bei 1 m tiefer Absenkung des natürlichen Grundwasserspiegels im Brunnenrohr liefert. Abb. 153 zeigt einen Pumpversuch mittels Lokomobile bei den Vorarbeiten für eine zentrale Grundwasserversorgung.

Bei Einzelbrunnen, welche intermittierend von Hand betrieben werden, kommt es meist zu keiner nennenswerten Absenkung, desgleichen bei einem sehr stark durchlässigen (schlecht filtrierendem) Grundwasserträger.

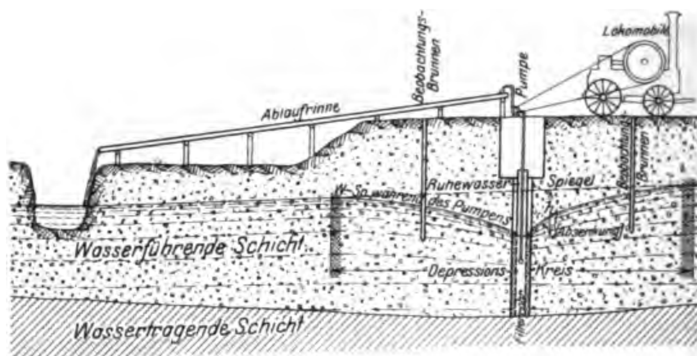


Abb. 153. Pumpversuch. (Nach Holler und Reuter.)

Legt man eine Reihe von Versuchsrohrbrunnen an und mißt in ihnen den unbeeinflußten Grundwasserspiegel, so lassen sich Punkte gleich hoch liegender Grundwasserspiegel miteinander zu sog. „Grundwasserhorizontalen" verbinden. Der Grundwasserstrom bewegt sich stets in senkrechter Richtung auf diese Horizontalen zu. Vorwiegend geht die Richtung oberflächlicher Grundwasserströme nach dem nächsten Wasserlauf hin (Abb. 154). Eine Umkehrung dieser Richtung kann erfolgen bei plötzlichem Anstieg des Flußwassers (Rückstau vom Flusse her) oder bei tiefer Absenkung des Grundwasserspiegels in Brunnen, welche nahe einem Wasserlaufe liegen. In diesem Falle kann Flußwasser vom Brunnen angesaugt werden, oft erkennbar an der Änderung der chemischen Beschaffenheit des Brunnenwassers und der Änderung der Temperatur des Brunnenwassers. Die Wasserwerke vieler an Flußläufen gelegenen Städte fördern daher zeitweilig zum Teil natürlich filtriertes Flußwasser, gemischt mit echtem Grundwasser oder auch häufig fast nur ersteres allein (z. B. die Wasserwerke an der Ruhr). In diesem Falle ist zu prüfen, ob das zwischen Brunnen und Fluß gelegene natürliche Bodenfilter ausreicht, um die Flußwasserkeime in praktisch ausreichender Weise zurückzuhalten.

Die wesentlichen Teile der Brunnenkonstruktionen ergeben sich aus den in den Abb. 151 und 152 dargestellten schematischen Zeichnungen. Es gibt verschiedene Ausführungsformen. Liegt die Eintrittsstelle des Grundwassers in das Brunnenfilter nicht sehr tief unter Terrain, ist die überstehende Bodenschicht sehr grobkörnig (durchlässig) oder inhomogen und ist keine Abdeckung durch eine undurchlässige Ton- oder Lehmschicht nach oben hin vorhanden, so muß der Umkreis jeden Brunnens bis auf eine gewisse Entfernung hin als Schutzgebiet ausgestaltet werden. Die Ausdehnung dieses Gebietes richtet sich nach den jeweiligen örtlichen Verhältnissen. Als ungefährer Anhalt kann dienen, daß bei feinsandigen bis tonigen Böden ein natürliches Bodenfilter von 20 m in senkrechter oder 200 m in horizontaler Richtung im allgemeinen genügen wird, um Infektionserreger sicher abzufiltrieren. Doch ist von Fall zu Fall zu entscheiden. Innerhalb des Schutzgebietes muß jede Verunreinigung des

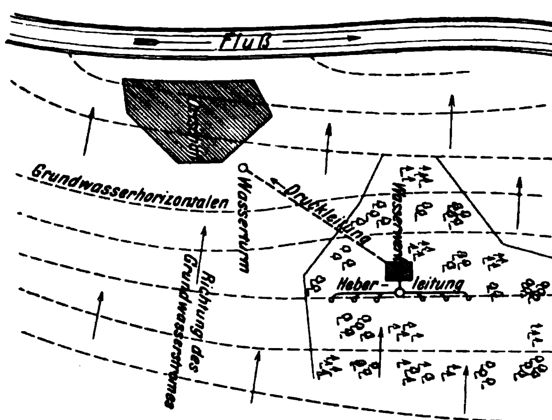


Abb. 154. Beziehungen zwischen Grundwasser und Flußwasser.

Bodens, insbesondere durch Harn und Fäkalien, verboten werden. Düngung mit künstlichen Düngemitteln ist unter Umständen zulässig.

Schutzgebiete sind am besten durch Umwehrungen (Stacheldrahtzäune u. dgl.) gegen unbefugten Zutritt zu sichern. Häufig geschieht die Ausübung des Schutzes auch nur durch Belastung der in Frage kommenden Grundstücke mit einer Grunddienstbarkeit (Servitut) im Sinne des § 1018 des B.G.B. Das Schutzgebiet wird sich namentlich in der Richtung auszudehnen haben, aus welcher der Grundwasserstrom herkommt.

Artesisches Wasser ist wegen der Vorbedingungen für seine Entstehung (s. o.) meist schon von vornherein gegen Infektion gut geschützt. Ausnahmen hiervon kommen indessen vor.

Eine starke dauernde Grundwasserentnahme, wie sie z. B. durch die Wasserwerke großer Städte hervorgerufen wird, führt bisweilen zu einer allgemeinen Senkung des Grundwasserspiegels der ganzen Gegend und zum Versiegen einzelner Flachbrunnen. Auch die Vegetation kann darunter leiden. In einzelnen Fällen hat man dadurch Abhilfe geschaffen, daß man Oberflächenwasser auf das Land aufrieselte, und durch Versickerung zu künstlichem Grundwasser werden ließ (z. B. in Frankfurt a. M.).

2. Quellwasserversorgung.

Quellen sind auf natürlichem Wege zutage tretendes Grundwasser, seltener versunkenes und wieder erscheinendes Oberflächenwasser.

Die Untersuchung vor Einrichtung einer zentralen Quellwasserversorgung hat besonders peinlich zu prüfen die Frage nach der Konstanz bzw. Ergiebigkeit der Quellen auch in den Sommermonaten und die Frage, ob das Einzugsgebiet der Quellen gegen Infektion gut geschützt ist.

Zu ersterem Zweck sind langdauernde Messungen, namentlich zur Zeit der Wasserknappheit notwendig, zu letzterem Zweck eingehende Untersuchungen des Einzugsgebietes, nötigenfalls Schaffung eines Schutzbezirkes und Erbauung einer einwandfreien Quellfassung (s. Abb. 155). Besonders verdächtig sind Quellen im klüftigen Kalkgebirge, da sie der Infektion sehr ausgesetzt sind. Man unterscheidet absteigende und aufsteigende Schichtquellen, Überfallquellen, Spaltenquellen, Verwerfungsquellen u. a.

Durch seinen Gehalt an Kohlensäure erlangt das Grundwasser lösende Eigenschaften für sonst schwer- oder unlösliche Mineralien. Es pflegt daher reicher an Kalk, Magnesia, Eisen, Mangan zu sein als Oberflächenwasser (vgl. S. 271).

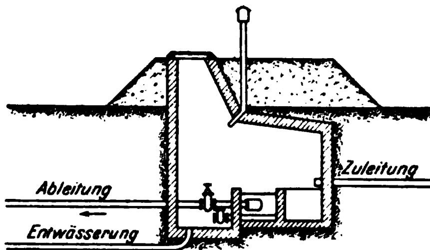


Abb. 155. Quellenfassung (Brunnenstube).

Der Einfluß der geologischen Formation auf die Grund- und Quellwässer macht sich am deutlichsten bemerkbar in der Härte, dem Gesamtrückstand und damit gewöhnlich auch dem Chlorgehalt des Wassers. Eisen und Mangan sind vorwiegend für die Grundwässer der norddeutschen Tiefebene charakteristisch. Die Härte der Grundwässer aus dem Alluvium und Diluvium bewegt sich meist zwischen 5 und 10°, der Chlorgehalt gewöhnlich zwischen 10 und 30 mg im Liter. Wasser aus dem Jura, Keuper und Muschelkalk ist meist erheblich härter. Würzburg bezieht z. B. aus dem Muschelkalk ein Wasser mit 34 Härtegraden. Dagegen pflegen Buntsandstein, Devon, Tonschiefer und die Ur- und Eruptivgesteine (Granit, Gneis, Basalt, Porphyr) sehr weiche und auch chlorarme Wässer zu geben. Die Härte geht hier bisweilen auf 0,5 Grade herunter und übersteigt selten 4—5 Grade. Eisen findet sich in diesen Wässern höchstens in geringen Mengen.

3. Versorgung mit Oberflächenwasser.

Wie schon aus dem Vorhergehenden sich ergibt, ist Oberflächenwasser mehr oder weniger reich an Schwebestoffen, Bakterien und organischen Substanzen, dagegen meist arm an Kohlensäure und Salzen. Seine jeweilige Beschaffenheit ist von örtlichen und meteorologischen Verhältnissen (z. B. Regenfällen) sehr abhängig. In manchen Flußgebieten (z. B. der Weser und Elbe) ist das Oberflächenwasser durch Abwässer aus Salzbergwerken und Chlorkaliumfabriken mit Kochsalz und Chlor-

magnesium in unerwünschter Weise angereichert. Das Wasser des Oberrheins und des Bodensees ist dagegen beispielsweise sehr salzarm (Chlorgehalt im Liter 1—3 mg).

Ungereinigtes Flußwasser ist zu Trinkzwecken ungeeignet. Wasser aus Zisternen, großen und tiefen Seen und Talsperren in schwach besiedelter Gegend ist zwar weniger streng zu beurteilen, doch muß auch bei ihm eine Reinigung meist gefordert werden (vgl. unter B, 1).

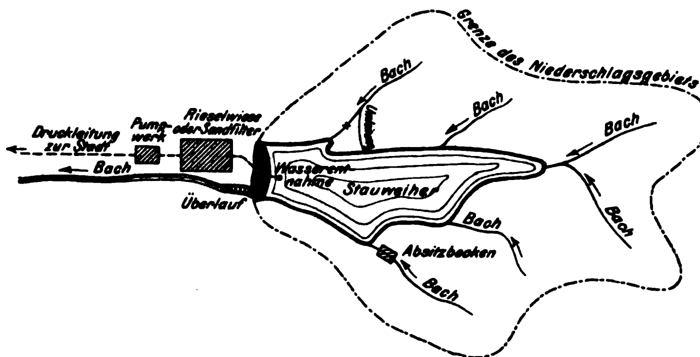


Abb. 156. Talsperre mit Niederschlagsgebiet.

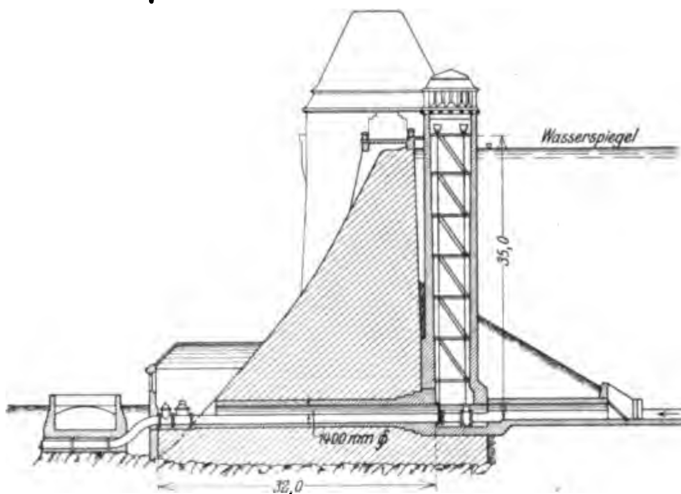


Abb. 157. Sperrmauer einer Talsperre im Durchschnitt.

Das Niederschlagsgebiet einer Talsperre (Abb. 156) soll von menschlichen Ansiedelungen entweder frei sein oder die in dem Gebiete entstehenden Abwässer müssen durch Ableitung, Vorklärung oder dgl. unschädlich gemacht werden. Die Abb. 157 zeigt den Durchschnitt durch die Sperrmauer einer Talsperre.

In Deutschland ist die Versorgung mit Oberflächenwasser immer mehr durch die Grundwasserversorgung verdrängt worden.

B. Reinigung des zur Trinkwasserversorgung dienenden Wassers.

1. Mechanische Entfernung der Schwebestoffe.

Die einfache Reinigung eines Oberflächenwassers durch Absitzenlassen genügt zumeist nicht, ein Wasser hygienisch unverdächtig zu machen. Man benutzt das Absitzverfahren daher gewöhnlich nur als Vorbehandlung. Vermag man das Wasser sehr lange in großen Staubecken zu belassen, so tritt allerdings eine biologische Selbstreinigung ein, bei welcher wahrscheinlich die Infektionserreger zugrunde gehen. Solche lange Aufstapelung findet in großen Talsperren und tiefen Seebecken statt. Bei Talsperren hat man sich, wenn das Wasser vor sekundärer Verunreinigung geschützt ist, daher gelegentlich im wesentlichen mit der Sedimentation, verbunden mit gewöhnlicher Schnellfil-



Abb. 158. Die Choleraerkrankungen an der Grenze von Altona (oben) und Hamburg (unten) während der großen Choleraepidemie des Jahres 1892.

Die Stadt Altona wurde mit filtriertem, die Stadt Hamburg mit unfiltriertem Elbwasser versorgt. (Aus: Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte, 10. Bd., 1896.)

tration begnügt, z. B. in Barmen. Eine völlige Sicherheit gewährt dieses Verfahren aber nicht. Daß die Entnahme ungereinigten Wassers selbst aus großen Seen schwere gesundheitliche Gefahren mit sich bringt, zeigt z. B. die hohe Typhusmorbidität in amerikanischen Städten, die sich mit unfiltriertem Seewasser versorgen. Die ungenügende Wirkung der Absitzbecken zur Reinigung von Flußwasser hat wohl am eindringlichsten die Hamburger Choleraepidemie von 1892 veranschaulicht. Vgl. hierzu die Abb. 158 und S. 289.

2. Die Reinigung des Wassers durch Filtration.

Das im Großbetriebe benutzte Filtermaterial ist hauptsächlich Kies und Sand. Bei der Enteisenung, Entmanganung und Enthärtung des Wassers gelangen auch noch andere Materialien zur Verwendung.

a) Schnellfilter zur Entfernung gröberer Schwebestoffe.

α) Enteisenung des Wassers.

Bei der Enteisenung geht der Filtration das Verfahren der Ausscheidung des Eisens aus dem Wasser, d. h. seine Überführung aus der gelösten in die ungelöste Form voran.

Eisenhaltige Grundwässer enthalten das Eisen zunächst entweder an Kohlensäure oder an Huminsäuren gebunden. Die Wässer sind, wenn sie frisch aus der Erde kommen, zuerst in beiden Fällen klar, bei größerem Gehalt an huminsaurem Eisen dabei leicht gelblich gefärbt.

Der Eisengehalt von Grundwässern der norddeutschen Tiefebene bewegt sich meist zwischen 0,5 und einigen Milligrammen im Liter. Er kann aber auch sehr hohe Werte (30—70 mg und mehr) erreichen. Kommen diese Wässer nun ausgiebig mit dem Sauerstoff der Luft in Berührung (durch Stehen in offenen Gefäßen, Fortpumpen in Druckleitungen usw.), so wandelt sich, wenn das Eisen an Kohlensäure gebunden war, unter Sauerstoffaufnahme und Kohlensäureabgabe das gelöst gewesene doppeltkohlensaure Eisen in unlösliches Eisenhydrat um:



$$2\,Fe(HCO_3)_2 + O + H_2O = Fe_2(OH)_6 + 4\,CO_2.$$

Das Wasser wird hierdurch erst trübe und unansehnlich, schließlich sedimentiert das Eisen und das überstehende Wasser wird wieder klar. Am Boden lagert sich Eisenschlamm ab. Wässer, welche mehr als 0,1—0,3 mg Eisen (Fe) im Liter Wasser enthalten, bedürfen der künstlichen Enteisenung.

Das huminsaure Eisen scheidet sich schwerer aus. Das ist aber kein Vorzug, sondern ein Nachteil, weil wir nicht nur aus ästhetischen, sondern auch aus technischen Gründen ein Grundwasser, ehe wir es in das Leitungsnetz schicken, auf jeden Fall möglichst vollständig, d. h. tunlichst bis 0,1 mg Fe im Liter Wasser vom Eisen befreien müssen. Bei kleineren Wasserwerken kann man die Forderung etwas mildern und die sich etwa in den Rohrleitungen ausscheidende geringe Eisenmenge durch periodische Spülung beseitigen.

Das Eisen gibt nämlich nicht nur unmittelbar zu lästigen Ausscheidungen Veranlassung, sondern es bildet auch einen Nährstoff für die Eisenbakterien (s. S. 91), welche in eisenhaltigem Wasser so stark wuchern können, daß sie die Leitungsröhren unwegsam machen. Auch das Betriebswasser für eine ganze Reihe von Industrien (Papierfabriken, Wäschereien, Färbereien usw.) bedarf einer sorgfältigen Enteisenung.

Auf die Theorien der Abscheidung des Eisens einzugehen, ist hier nicht der Raum, es möge genügen, zu erwähnen, daß die Ausscheidung sich nur bei einem erheblichen Luftüberschuß und bei starker mechanischer Erschütterung des Wassers gut vollzieht, daß harte Wässer sich erfahrungsmäßig leichter enteisenen lassen als weiche und daß das Filter Stoffe enthalten muß, welche als Katalysatoren die Eisenausscheidung begünstigen. Man benützt als Filtermaterial meist eisenschüssigen Sand oder Kies.

Man unterscheidet offene und geschlossene Enteisenungsanlagen. Erstere sind zwar nicht so sicher gegen Infektionen geschützt als letztere, haben dafür aber andere Vorteile, z. B. die der besseren Entlüftung des Wassers. Denn zugleich mit dem Eisen findet sich häufig Schwefelwasserstoff, welcher bei dem Enteisenungsprozeß mit beseitigt werden muß.

Die offenen Systeme gehen alle auf zwei Einrichtungen zurück.

Bei der einen, von Piefke angegebenen, wird das Wasser über „Rieseler" geleitet, um sich auf diesen mit Sauerstoff anzureichern. Dann wird es (nach eventueller Zwischenschaltung eines Absitzbeckens) durch Sandfilter geschickt. Die Filtrationsgeschwindigkeit beträgt dabei etwa 1 m in der Stunde. Als Material für den Rieseler dienen faustgroße

Koksstücke, Ziegelsteine (Klinker), Holzhürden usw. Auch Streudüsen werden neuerdings zur kräftigen Belüftung verwandt.

Das andere Verfahren ist von Oesten angegeben. Er löst das Wasser durch Brausen in einen Regenfall auf und läßt es ca. 2 m hoch auf den Wasserspiegel eines überstauten Kiesfilters fallen.

Das Piefkesche Prinzip wird im allgemeinen bevorzugt.

Eine Enteisenungsanlage in einfachster Form für Einzelwasserversorgung ist das sog. „Dunbarsche Faß" (Abb. 159). Bequemer als Ent-

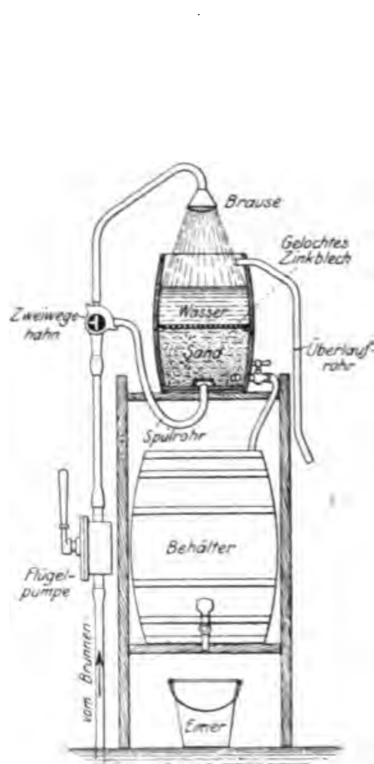


Abb. 159. Einfache Enteisenungseinrichtung (Dunbarsches Faß).

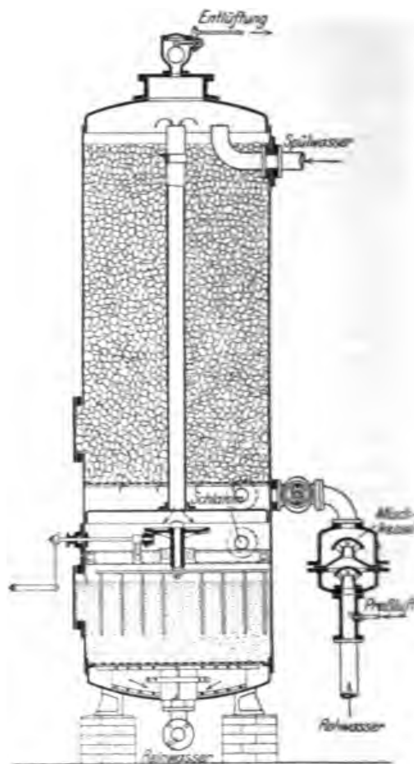


Abb. 160. Geschlossene Enteisenungsanlage. (Nach Halvor Breda A.-G., Berlin.)

eisenungsanlagen für einzelne Brunnen sind kompliziertere Vorrichtungen, wie die Bastardpumpe von Deseniss und Jacobi.

Von geschlossenen Enteisenungsanlagen möge das System Halvor Breda genannt werden. Es vereinigt die Vorrichtung für die Abscheidung des Eisens und das Filter in einem Apparat. Komprimierte Luft wird mit dem Rohwasser kräftig gemischt und die Luftwassermischung durch ein katalytisch wirkendes Filter aus Tonkoks von über 3 m Höhe geschickt (Abb. 160). Die Enteisenung geht innerhalb weniger Minuten vor sich. Das Filter läßt sich durch Rückspülung reinigen. Werden beide Prozesse getrennt, so lassen sich auch andere Filtertypen mit Vorteil zur Abfilterung des Eisenschlammes benutzen, z. B. die amerikanischen Schnellfilter (s. u.), Bollmann-Filter, Reisert-Filter, Kröhnke-Filter, Sucro-Filter u. a.

Der offene Enteisenungsapparat nach H. Reisert (Abb. 161) besteht in der Hauptsache aus dem Verteiler, dem Koksberieseler und dem Kiesfilter mit Luftauswaschung. Das zu enteisenende Wasser wird dem Apparat durch das Rohr H zugeführt. Es rieselt aus dem Verteilungsapparat, dessen Boden mit sehr feinen Löchern versehen ist, in Regenform fein verteilt, auf die Koksschicht herab. In dünnen Strahlen rieselt dann das Wasser durch die hohe Koksschicht hindurch. Es vollzieht sich hier die vollkommene Ausscheidung des Eisens. Die erforderliche Luft wird von allen Seiten zugeführt, da der Mantel des Koksberieselers aus perforiertem Blech besteht. Nach dem Verlassen des Koksberieselers gelangt das Wasser wiederum in Regenform in das Kiesfilter F. Hier wird nunmehr das ausgefallene Eisen auf dem Filtermaterial zurückgehalten, und das Wasser verläßt durch das Rohr T das Filter eisenfrei und kristallklar.



Abb. 161. Offener Enteisenungsapparat.
(Nach H. Reisert, G. m. b. H., Köln.)

Die Reinigung des Filters erfolgt in der Weise, daß nach Öffnen des Schlammhahnes O mittels eines Luftdruckapparates L oder aus einem Luftkessel Luft unter das Filtermaterial gepreßt wird unter gleichzeitigem Unterführen von Wasser. Das Wasser kann entweder aus einer Leitung entnommen oder aber mittels eines kleinen Dampfejektors aus einem Reservoir zurückgesaugt werden. Die Waschung ist eine außerordentlich energische, sie dauert nur wenige Minuten. Das über dem Filtermaterial sich ansammelnde Schlammwasser fließt durch die Schlammleitung ab. Sofort nach entsprechender Umschaltung ist das Filter wieder gebrauchsfertig.

β) Entmanganung des Wassers.

Die im Wasser vorkommenden Manganoverbindungen, Manganbikarbonat und Mangansulfat haben erst seit ihrem massenhaften Auftreten bei der Grundwasserversorgung von Breslau (1906) die Aufmerksamkeit der Hygieniker stärker auf sich gelenkt. Ihre Entfernung aus dem Wasser ist aus den nämlichen Gründen notwendig, die beim Eisen angegeben worden sind, nur gelingt ihre Entfernung im allgemeinen nicht auf so einfachem Wege wie die des Eisens, namentlich gilt dies für das Mangansulfat. Belüftung, Filterung über braunsteinhaltiges Material und Behandlung mittels Ozon sind die angewandten Verfahren. Das

Wesen der Behandlung mit Braunstein (Pyrolusit, MnO_2) besteht nach Tillmans und Heublein darin, daß das Mangansalz gespalten und das entstehende Manganhydrat vom Braunstein aufgenommen wird. Das aufgenommene Manganhydrat wird durch den im Wasser vorhandenen Sauerstoff, oder, wenn dieser nicht ausreicht, künstlich durch Behandlung der Braunstein-Filter mit Kaliumpermanganat ebenfalls in Braunstein umgewandelt (Regenerierung). Die frei gewordene Säure (meist Kohlensäure) wird auf natürlichem oder künstlichem Wege (Permutit) im Filter abgesättigt. Vor der Behandlung im Braunsteinfilter muß etwa vorhandenes Eisen entfernt werden. Auch manganspeichernde Organismen sind bei dem Vorgang der Entmanganung bisweilen beteiligt. Gewöhnliche Filter müssen, um wirksam zu werden, sich zunächst „einarbeiten", d. h. die Kies- und Sandteilchen müssen erst einen Überzug von Braunstein bekommen haben, um katalytisch die Mangansalze beeinflussen zu können. Die Filterkörper oder Rieseler müssen höher aufgebaut werden als es bei der Enteisenung notwendig ist. Statt der gewöhnlichen Filter werden auch Filter aus Manganpermutit benutzt. „Permutit"[1]) (nach Gans) ist künstliches basisches Aluminiumsilikat (künstlicher Zeolith), das die Eigenschaft hat, die in ihm enthaltenen Basen gegen alkalische Erden, Eisen, Mangan usw. auszutauschen. Nähere Angaben siehe unten bei der Enthärtung des Wassers. Man benutzt diese Eigenschaft hier aber nicht unmittelbar, sondern verwendet ein Manganpermutit als Filtermaterial. Hierbei übernimmt der Braunstein die Absorption des Manganhydrats, das Permutit die Bindung der entstehenden Säuren. Zur Regeneration (s. o.) benutzt man eine 1—2 %ige Kaliumpermanganatlösung, die durch Rückspülung wieder beseitigt wird.

Das Ozon (vgl. S. 414) oxydiert die Manganverbindungen ebenfalls zu Braunstein, der sich als feiner Schlamm abscheidet und abfiltriert werden muß. Es wirkt erheblich stärker als der gewöhnliche Luftsauerstoff. Das Verfahren ist aber teuer.

Beispiele von Wasserversorgungen, in welchen eine Entmanganung notwendig geworden ist, sind Dresden, Glogau, Stettin.

b) Filter zum Abfangen der Bakterien.

Die aus dem Wasser durch Sedimentation oder Filtration zu entfernenden Schwebestoffe haben je nach ihrer Herkunft eine sehr verschiedene gesundheitliche Bedeutung. Ton- und Eisentrübungen sind harmlos, Schmutzpartikel, die ganze Bakteriennester an sich tragen, sehr bedenklich. Bakterien für sich vermögen eine Trübung erst dann hervorzurufen, wenn sie zu mehreren Millionen in 1 ccm Wasser vorhanden sind. Da man die saprophytischen von den pathogenen Bakterien im Wasser nicht trennen kann, muß es das Bestreben der Hygiene sein, tunlichst alle Bakterien aus dem Wasser zu beseitigen. Vollständig ist diese Aufgabe im großen nicht zu erfüllen. Man begnügt sich mit dem praktisch Erreichbaren. Annähernd bakterienfreie Filtrate sind nur mit einigen Kleinfiltertypen (Berkefeldfilter) und auch hier nur auf eine gewisse Zeit zu erzielen (s. S. 409).

Als Filtermaterial im großen zur Entkeimung des Wassers dient feiner Sand. Da die Bakterien aber auch durch Schichten feinsten Sandes

[1]) Die Herstellung und die Verwendung der künstlichen Zeolithe nach Gans sind der Permutit-A.-G. zu Berlin patentamtlich geschützt.

hindurchgehen — denn der Durchmesser feiner Sandkörnchen beträgt 0,25—0,05 mm, die Dicke eines mittleren Bakteriums aber nur etwa 0,002 mm — so muß die filtrierende Wirkung der Sandfilter auf anderen Ursachen beruhen. Ein Sandfilter liefert zuerst immer ein stark keimhaltiges Filtrat, erst wenn es sich „eingearbeitet" hat, d. h. wenn sich eine aus Schwebestoffen und Kleinlebewesen (Algen, Protozoen, Diatomeen usw.) bestehende „Filterhaut" ausgebildet hat, was je nach der Beschaffenheit des Rohwassers und je nach der Jahreszeit verschieden lange währt, wird das Filtrat arm an Keimen. Die Gründe hierfür sind zum Teil mechanischer, zum großen Teil aber biologischer Art. Nach Kißkalt spielt dabei die Ansiedlung bakterienfressender Protozoen in der Filterhaut eine bedeutsame Rolle.

Vorzüge der langsamen Sandfiltration sind die Natürlichkeit und die verhältnismäßige Sicherheit des Verfahrens, Nachteile der Bedarf an großen Filterflächen und daher hohe Anlagekosten, die Schwierigkeiten der Filterreinigung sowie der Umstand, daß das Rohwasser häufig nicht, oder wenigstens nicht zu allen Jahreszeiten diejenigen Stoffe enthält, welche die schnelle Bildung einer wirksamen Deckschicht (Filterhaut) gewährleisten.

Die Vorzüge der amerikanischen Schnellfilter sind ihr kompendiöser Bau, infolge davon der geringe Bedarf an Grundfläche und ihre leichte Reinigung durch Rückspülung. Ein gewisser Nachteil liegt bei ihnen in der Notwendigkeit des Chemikalienzusatzes. Einige Beurteiler halten sie auch in der Wirkung für den Sandfiltern nicht ebenbürtig, doch ist dieser Punkt strittig.

Es ist wichtig, sich zu vergegenwärtigen, daß auch die bestbetriebenen Sandfilter nicht absolut keimdicht arbeiten. Die Filtrate sind nicht steril, sondern nur keimarm. Ein Teil der im Filtrat erscheinenden Keime stammt zwar nicht aus dem Rohwasser, sondern wird aus tieferen Teilen des Filters ausgewaschen, experimentelle Untersuchungen haben aber keinen Zweifel darüber gelassen, daß auch ein gewisser, wenn auch sehr geringer Teil der Bakterien des Rohwassers in das Filtrat übertritt (1‰ und mehr).

Die praktische Erfahrung lehrt aber, daß trotzdem sachgemäß filtriertes Wasser Infektionskrankheiten (z. B. Typhus) in auffallender Zahl nicht hervorruft. Der Grund kann ein mehrfacher sein: Entweder läßt sich für vereinzelte Typhusfälle das Wasser einer zentralen Wasserversorgungsanstalt als Ursache nicht beweiskräftig heranziehen, oder vereinzelte, das Filter durchwandernde Typhusbazillen vermögen keine Infektion auszulösen, oder schließlich die Infektionskeime gelangen auf das Filter gewöhnlich nicht vereinzelt, sondern in ganzen Nestern in Form von Kotpartikelchen, Flöckchen usw. und diese gröberen Flöckchen werden ja vom Filter unschwer zurückgehalten.

Eine völlig befriedigende Erklärung der Vorgänge bei der langsamen Sandfiltration ist auch heute noch nicht möglich.

α) Filter für langsame Sandfiltration.

In gemauerten, wasserdichten Bassins mit wasserundurchlässiger Sohle wird das Filtermaterial derart aufgebaut, daß zu unterst die Drainagekanäle angelegt und darüber gewaschene Feldsteine, grober Kies, mittlerer Kies, feiner Kies, Grobsand und Feinsand geschichtet werden.

Die Höhe dieser letzten Schicht soll mindestens 30 cm betragen und beträgt bei frisch bereiteten Filtern meist etwa das Doppelte. Insgesamt ist das Filter etwa 150 cm hoch. Das Filter wird zunächst von unten her mit reinem Wasser einige Dezimeter über die Filterfläche hinaus gefüllt, um die Luft aus den Filterporen zu verdrängen. Dann wird das Rohwasser auf die Filter gebracht, und zwar mittels trichterförmig die Filterfläche etwas überragender Zuflußrohre. Damit sich die Filterhaut ausbilden kann, bleibt das Filter gefüllt zunächst 1—2 Tage stehen. Dann läßt man es mit geringer Geschwindigkeit an. Die Abflüsse werden bakteriologisch kontrolliert, und zwar müssen die Abflüsse einzelner Filter jeder für sich zu untersuchen sein. Erst wenn das Filtrat auf Grund der bakteriologischen Untersuchung einen Keimgehalt von unter 100 Keimen im Kubikzentimeter hat, wird es den Reinwasserbassins zugeführt: vorher läßt man es unbenützt abfließen oder verwendet es zur Beschickung anderer Filter (Doppelfiltration).

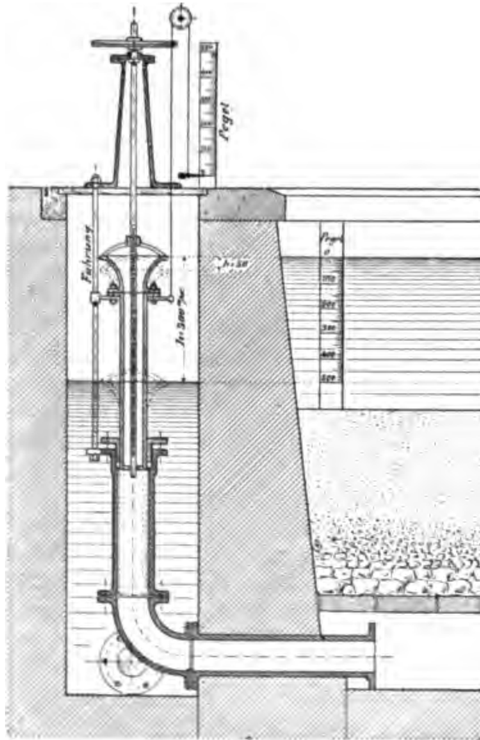


Abb. 162. Vorrichtung für Regulierung der Filterdruckhöhe bei einem langsamen Sandfilter. (Nach Friedrich.)

Besonders wichtig sind Einrichtungen, welche die Filtrationsgeschwindigkeit dauernd konstant halten, d. h. am besten automatisch arbeitende Reguliervorrichtungen verschiedener Konstruktionen (vgl. Abb. 162). Nur dann kann man auf ein gleichmäßig keimarmes Filtrat rechnen. Da sich die Filterhaut im Laufe der Filterperiode immer mehr verdichtet, muß der Wasserdruck zur Erzielung der gleichen Filtratmenge langsam und gleichmäßig gesteigert werden. Plötzliche Druckschwankungen würden die Filterhaut zerstören. Schließlich erreicht der Druck ein gewisses Maximum, bei welchem der Bestand der Filterhaut gefährdet ist. Das Filter hat sich „totgearbeitet“ und muß entleert und durch Abtragen einer obersten ca. 2 cm dicken Sandschicht gereinigt werden. Wie lange ein Filter arbeitet, hängt von der Wasserbeschaffenheit in erster Linie ab. Zweckmäßig wird trübes Rohwasser in Sedimentierbecken vorbehandelt.

Die Filtrationsgeschwindigkeit soll im allgemeinen 100 mm in der Stunde (= 2,4 m pro Tag) nicht überschreiten. Bei dieser Geschwindigkeit würde ein Quadratmeter Filterfläche in 24 Stunden 2,4 cbm Filtrat liefern. Da mindestens $^1/_4$ der Filterfläche als Reserve außer Betrieb zu sein pflegt, würden zur Versorgung einer Stadt von 100000

Einwohnern mit einem Wasserverbrauch von 100 Liter pro Kopf und Tag über 5000 qm Filterfläche (= $^1/_2$ Hektar = 2 preuß. Morgen) notwendig sein. Die Kosten der Anlage der Filter, welche zudem meist überwölbt werden müssen, sind daher beträchtlich.

Aus den Filtern gelangt das Wasser in gedeckte **Reinwasserbehälter**, von denen aus es zu den Hochbehältern gepumpt wird.

Um die Lebensdauer der Feinsandfilter zu erhöhen, kann man den Filtrationsvorgang auch in mehrere Stufen zerlegen, indem man das Wasser erst durch gröbere, dann durch mittlere und dann erst durch Feinsandfilter schickt (**Verfahren mit Vorfiltration**). Bei dem **System Puech-Chabal** (in Magdeburg angewandt) wird das Wasser vor Übertritt auf das nächste Filter noch belüftet. Hierdurch wird der rein mechanischen Reinigung in beschränktem Umfange eine gewisse biologische Reinigung zugesellt.

Nicht überstaute, sog. Trockensandfilter haben bisher in Deutschland eine Verwendung nicht gefunden.

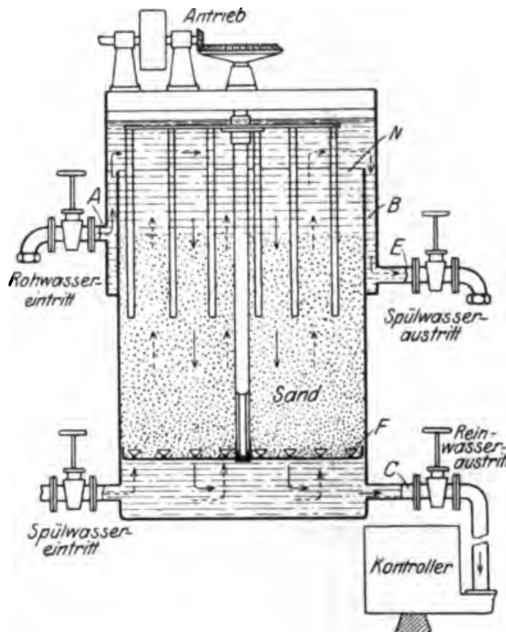


Abb. 163. Durchschnitt durch ein **Jewellfilter** (amerikanisches Schnellfilter).

β) Schnellfilter.

Es existieren verschiedene Systeme. Genannt seien das **Jewell-Filter** der amerikanischen Jewell-Filter-Export-Kompagnie und das **Reisert-Filter**. Hauptsächlich das erstere ist als Bakterienfilter verwendbar.

Bei den Schnellfiltern — als Beispiel sei das **Jewellfilter** genommen — handelt es sich um folgende Vorgänge:

1. Das Wasser wird mit einem Fällungsmittel, meistens Aluminiumsulfat, versetzt.

2. Man läßt den sich bildenden Niederschlag zum großen Teil in einem Sedimentiergefäß sich ausscheiden.

3. Das Wasser gelangt mit den feinsten ausgeschiedenen Schwebeteilchen auf die Filterbetten, welche (etwa 2 m hoch), aus feinem Sand bestehend, in runden Bottichen angelegt sind. Man filtriert, bis die Flocken eine dichte Filterhaut gebildet haben, was durchschnittlich nach etwa $^1/_2$ Stunde der Fall ist, und läßt diesen ersten, noch bakterienreichen Teil des Filtrats unbenützt abfließen. Dann wird das folgende reine Filtrat in das Reinwasserbassin geleitet.

Hat sich das Filter tot gearbeitet, so wird die Filtration unterbrochen, der Sand durch ein eingebautes Rührwerk aufgelockert und Druckwasser in umgekehrter Richtung durch das Filter geschickt, ähnlich wie oben bei der Enteisenung angegeben. Dieses Spülwasser nimmt in wenigen Minuten alle Unreinigkeiten und die alte Filterhaut mit fort. Nach kurzer Zeit ist das Filter wieder betriebsfähig. Abb. 163 zeigt ein solches Filter im Durchschnitt.

Das Filter besteht aus einem unten geschlossenen Zylinder N, über dessen eigentlichem Boden ein zweiter mit einer Reihe von Siebköpfen versehener Boden F liegt. Auf diesem ruht der Filtersand.

Etwa in halber Höhe ist der Filterzylinder durch einen zweiten von etwas größerem Durchmesser umschlossen. Der äußere Zylinder ragt über den inneren hinaus, zwischen beiden liegt ein ringförmiger Raum B, der nach unten geschlossen ist. In diesen gelangt das Rohwasser durch das Zuleitungsrohr A und tritt über den Rand des inneren Zylinders N auf das Filterbett, durchdringt den Sand und fließt bei C aus. Um das Jewellfilter zu waschen, werden die Ventile für den Eintritt des Rohwassers bei A und den Austritt des Reinwassers bei C geschlossen. Dann wird der ringförmige Raum B durch das Öffnen des Spülwasserventils E entleert und durch den Spülwassereintritt Druckwasser eingeführt, welches das Filter von unten nach oben durchdringt und bei E ausfließt. Hierdurch wird der Sand zum Schwimmen gebracht, während er zu gleicher Zeit durch ein rechenförmiges Rührwerk zum Rotieren veranlaßt wird.

Bei dem Reisertfilter wird die Rückspülung durch Druckluft in Gang gesetzt.

Das Aluminiumsulfat ist in wäßriger Lösung zum Teil hydrolytisch in Aluminiumhydroxyd und Schwefelsäure gespalten. Es verleiht daher dem Wasser eine saure Reaktion. Zur Abstumpfung der Säure müssen die im Wasser vorhandenen Erdalkalibikarbonate dienen.

Das flockig ausfallende Aluminiumhydroxyd reißt die Trübungen mit zu Boden. Das Wasser erfährt eine geringe Steigerung der permanenten Härte durch die Umwandlung von kohlensaurem Kalk in Gips. Ist das Wasser ungewöhnlich weich, so muß ihm künstlich etwas Kalk zugesetzt werden, da sonst die Flockenbildung ausbleibt.

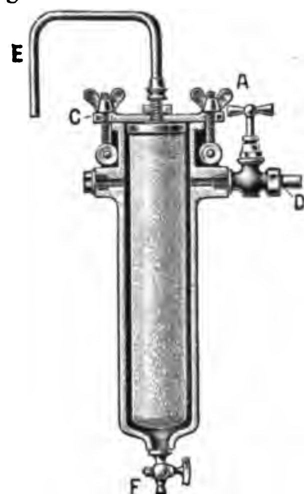


Abb. 164 a. Berkefeldfilter (Hausfilter) zum Anschluß an die Wasserleitung im Durchschnitt.

D = Zulauf. E = Ablauf. F = Entleerung. A C = Verschraubung.



Abb. 164 b. Berkefeldfilter (auseinandergezogen) zur Lieferung größerer Wassermengen.



Abb. 164 c. Berkefeldfilter für das Feld.

Gewöhnlich werden 25—35 g schwefelsaure Tonerde auf 1 cbm Wasser zugesetzt. Muß das Wasser gleichzeitig enteisent werden, so genügen gewöhnlich erheblich geringere Mengen.

Auf dem Kontinent haben z. B. Altona, Triest und Helsingfors Trinkwasserreinigung durch Schnellfiltration.

Die Filtrationsgeschwindigkeit ist bei den Schnellfiltern ungefähr 40—50 mal so groß als bei der langsamen Sandfiltration, entsprechend geringer ist also auch die benötigte Filterfläche, d. h. für 100 000 Personen mit je 100 Liter täglichem Wasserverbrauch würden nur rund 100 qm Filterfläche notwendig sein. Auf die technischen Unterschiede in den einzelnen Filtersystemen kann hier nicht eingegangen werden. Schnellfilter, welche nur zum Schönen des Wassers dienen, z. B. bei Talsperrenwasser, das gegen Infektion gesichert ist, können auch ohne Chemikalienzusatz betrieben werden.

Andere Filterverfahren (z. B. Natursteinfilter usw.) sind für den Großbetrieb bedeutungslos. Von den Kleinfiltern wird gelegentlich im Haus, ferner bei der Armee Gebrauch gemacht. Am bekanntesten sind die aus gebrannter Infusorienerde hergestellten Filter der Berkefeldfiltergesellschaft in Celle. Die Abb. 164a—c zeigen ein Hausfilter zum Anschluß an die Wasserleitung (im Durchschnitt), einen auseinandergezogenen Filtertopf eines Filters zur Lieferung größerer Wassermengen und ein Feldfilter, sämtlich System Berkefeld. Die an und für sich sehr guten und brauchbaren Filterzylinder müssen von Zeit zu Zeit durch $^{3}/_{4}$stündiges Auskochen sterilisiert werden. Ihre praktische Bedeutung wird leider dadurch beschränkt, daß im Kleinbetrieb die Kontrolle darüber zu fehlen pflegt, wann eine Sterilisierung der Filter notwendig ist.

Ein keimarmes Filtrat liefert auch das Wasserentkeimungsfilter der Seitz-Werke in Kreuznach.

3. Beseitigung gelöster Stoffe aus dem Wasser.

Die Beseitigung der Eisen- und Manganverbindungen, welche, ursprünglich gelöst, durch Zutritt des Luftsauerstoffs unlöslich werden, ist in dem Abschnitt 2, a, *α* behandelt worden.

Von gelösten Stoffen, deren Entfernung aus dem Wasser bisweilen erforderlich sein kann, sind zu nennen:

Organische Stoffe,
Farbstoffe,
Härtebildner und Salze überhaupt,
Gase.

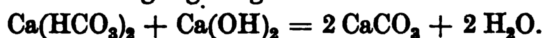
α) Beseitigung organischer Stoffe.

Ein an organischen, gelösten Stoffen reiches Wasser ist häufig das Flußwasser eng bevölkerter Gegenden. Muß solches Wasser zur Wasserversorgung benutzt werden, so wird man es am zweckmäßigsten durch natürliche Bodenfiltration reinigen, indem man Brunnen nahe dem Flusse anlegt und aus diesen das Wasser schöpft. Ein anderes Mittel ist die chemische Vorbehandlung. Durch Zusatz von Aluminiumsulfat (ähnlich wie bei der Schnellfiltration) gelingt es, einen Teil der gelösten organischen Stoffe zu entfernen. Ausgezeichnete Wirksamkeit entfaltet das Aluminiumsulfat bei der Beseitigung von Färbungen des Wassers, insbesondere wenn sie durch Huminsubstanzen bedingt sind. Auch die Behandlung des Wassers in nicht überstauten Filtern oder nach dem Verfahren Puech-Chabal (S. 407) kann zur Minderung organischer Stoffe in Frage kommen.

β) Entfernung der Härtebildner.

Die Entfernung der Härtebildner ist nötig, falls ein Wasser in größerem Umfange auch industriellen Zwecken dienstbar gemacht werden soll z. B. als Dampfkesselspeisewasser, als Wasser für Wäschereien, Zuckerfabriken, Papierfabriken usw., doch pflegt die „Enthärtung" dann nicht im Wasserwerk selbst, sondern von den einzelnen Konsumenten ausgeführt zu werden.

Früher wurden zur Enthärtung hauptsächlich Ätzkalk und Soda benutzt, bzw. beide nebeneinander. Bikarbonate der Erdalkalien fallen bei Kalkzusatz als Monokarbonate aus, der Ätzkalk dient also hauptsächlich zur Beseitigung zu großer Karbonathärte:



$$Ca(HCO_3)_2 + Ca(OH)_2 = 2\,CaCO_3 + 2\,H_2O.$$

Die Soda beseitigt dagegen die Mineralsäurehärte durch Bildung von unlöslichen Monokarbonaten der Erdalkalien, wobei mineralsaure lösliche Verbindungen entstehen:

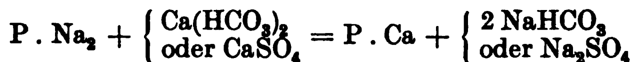


$$CaSO_4 + Na_2CO_3 = CaCO_3 + Na_2SO_4.$$

Man benötigt zur Entfernung eines Grades Karbonathärte etwa 20 g Kalk und für einen Grad Mineralsäurehärte etwa 20 g Soda für den Kubikmeter Wasser.

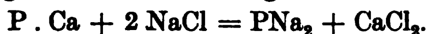
Mit diesen Verfahren gelingt wohl eine Verringerung der Härte, nicht aber ihre vollständige Beseitigung. Diese kann erzielt werden durch das bereits oben bei der Entmanganung (S. 403) erwähnte Ganssche Permutitverfahren.

Das zu enthärtende Wasser wird von oben nach unten durch ein Natriumaluminatsilikatfilter mit einer Geschwindigkeit von 2—10 m in der Stunde geschickt, wobei es seine Kalk- und Magnesiaverbindungen gegen äquivalente Mengen von Natrium eintauscht:



$$P\,.\,Na_2 + \left\{\begin{matrix} Ca(HCO_3)_2 \\ \text{oder } CaSO_4 \end{matrix}\right. = P\,.\,Ca + \left\{\begin{matrix} 2\,NaHCO_3 \\ \text{oder } Na_2SO_4 \end{matrix}\right.$$

(P bezeichnet in der Gleichung den Permutitrest). In der nämlichen Weise wird auch die Magnesiahärte beseitigt. Die Wirkung und Haltbarkeit des Permutits ist, wenn es von Zeit zu Zeit regeneriert wird, theoretisch nicht begrenzt. Die Regeneration erfolgt mittels einer 10%igen Kochsalzlösung nach der Gleichung:



$$P\,.\,Ca + 2\,NaCl = PNa_2 + CaCl_2.$$

Die Kochsalzlösung wird wieder herausgewaschen. Ein Wasser, das gleichzeitig als Trinkwasser dienen soll, wird man nicht nach dem Permutitverfahren völlig enthärten dürfen, da der Kalk im Wasser zu den physiologisch notwendigen Salzen gehört.

γ) Entfernung von Salzen.

Eine Entfernung der mit den Abwässern aus Salzbergwerken und Kalifabriken manchen Flußwässern zugeführten großen Mengen von Salzen (zumeist Chloriden) ist praktisch nicht möglich. Muß solches Flußwasser (z. B. aus der Elbe oder der Weser) zur Trinkwasserversorgung herangezogen werden, so kann die Versalzung zu großen Mißständen führen.

δ) Beseitigung gelöster Gase.

Die im Wasser gelösten Gase, Sauerstoff und Kohlensäure sind die wichtigste Ursache der Korrosionstätigkeit des Wassers. Solches Wasser greift nicht nur bleierne und eiserne Röhren an, sondern auch unter Umständen Beton und Zement.

Die Gefahr der Lösung von metallischem Blei aus den Hausanschlüssen besteht besonders bei sauerstoffhaltigen, weichen Wässern mit viel freier Kohlensäure. Ein hoher Gehalt an Bikarbonaten der Erdalkalien verhindert dagegen die Bleiaufnahme. Praktisch zieht man gewöhnlich die Grenze, unterhalb der der Bleifrage besondere Aufmerksamkeit zu schenken ist, bei etwa 7° Karbonathärte.

Vergiftungen durch bleihaltiges Trinkwasser sind bereits häufiger beobachtet worden, sowohl bei der Versorgung mit Einzelbrunnen, die das Wasser durch Bleiröhren in das Haus förderten, als auch bei zentralen Wasserversorgungen, z. B. in Dessau, Emden, Leipzig. Luftfreies Wasser greift das Blei nicht an; da aber Luft fast stets im Wasser vorhanden ist oder sich ihm bei seinem Wege beimengt, so ist diese Tatsache kein Grund zur Beruhigung. Ein Wasser, das gegen Lackmus und Rosolsäure sauer reagiert, hat immer gewisse bleilösende Eigenschaften. Die korrodierende Eigenschaft kommt außer dem Sauerstoff namentlich der sog. „aggressiven Kohlensäure“ (vgl. S. 271 u. 312) zu. Wässer, welche aggressive Kohlensäure enthalten, wirken lösend auf Marmor. Sind viel Chloride und Nitrate im Wasser vorhanden, so wird dadurch seine bleilösende Eigenschaft gesteigert. Dagegen wirkt ein hoher Gehalt an Kalziumbikarbonat schützend. Solche harten Wässer bilden in den Bleiröhren mit der Zeit Ausscheidungen von kohlensaurem Kalk (Kalksinter), der eine weitere Bleiaufnahme verhindert und also als Schutzüberzug wirkt (vgl. Abb. 165). Ist das Wasser seiner Zusammensetzung nach nicht geeignet, einen solchen natürlichen Schutz zu bilden, so müssen als Leitungsröhren künstlich geschützte Rohre benutzt werden, z. B. Bleiröhren mit Zinneinlage, verzinkte Eisenrohre, Röhren aus reinem Zink (Hohenloheröhren) und dgl. Geschwefelte Bleiröhren gewähren keinen ausreichenden Schutz. Ähnlich wie dem Blei gegenüber verhalten sich auch weiche, kohlensäure- und lufthaltige Wässer gegenüber dem Eisen und dem Zink; da diese beiden Metalle aber vom toxikologischen Standpunkt aus ganz oder nahezu unbedenklich sind, haben die geringen in Lösung gehenden Mengen gesundheitliche Bedeutung nicht. Die Auflösung des Eisens kann aber das Wasser unansehnlich machen. Zinn verhält sich gegen den Angriff des Wassers widerstandsfähiger.



Abb. 165. Bleirohr, in dem sich eine Schutzschicht von Kalziumkarbonat gebildet hat.

Ein Wasser, das Metalle (und Mörtelmaterial) angreift, sollte bei zentraler Wasserversorgung bereits, bevor es den Röhren zugeführt wird, entsprechend behandelt, d. h. seiner korrodierenden Eigenschaften entkleidet werden. Die aggressive Kohlensäure wird entfernt durch Behandlung mit Natronlauge, Soda, kohlensaurem Kalk (Marmorfilter); ein zu großer Sauerstoffgehalt durch Entlüftung usw.

So läßt man z. B. das sehr aggressive Grundwasser von Frankfurt a. M. ein Filter aus Marmorkies zwecks Entsäuerung passieren, ein zwar teures, aber erfolgreiches Verfahren. Auch die Entgasung des Wassers durch Rieselung im Vakuum hat man versucht (Freiberg i. Sa.). Wasserbehälter lassen sich bis zu einem gewissen Grade durch besondere Anstriche gegen die Korrosion schützen.

Nach P. Schmidt läßt sich bleihaltiges Wasser mittels Filtration durch Berkefeldfilter entgiften.

4. Desinfektion des Trinkwassers.

Die Desinfektion, d. h. die Vernichtung der im Wasser vorkommenden Krankheitserreger (Typhusbazillen u. dgl.) genügt praktisch, einer Sterilisation, d. h. der Abtötung aller, auch der widerstandsfähigeren Keime bedarf es daher nicht.



Abb. 166. Armeetrinkwasserbereiter, System Rud. A. Hartmann.

a) Desinfektion mit physikalischen Mitteln.

α) Abkochen.

Abkochen kommt nur für kleinere Wassermengen in Betracht, z. B. im Felde. Der Armeetrinkwasserbereiter der Firma Rud. A. Hartmann (Abb. 166) hat sich für diese Zwecke besonders bewährt.

Das zu behandelnde Rohwasser wird bei ihm durch eine kleine Dampfpumpe in den Sterilisierkessel gesaugt und bei 110° von Keimen befreit. Vor Eintreten in den Kessel durchläuft das Rohwasser einen Vorfilter und einen Gegenstromkühler, in dem es nahezu auf Kesseltemperatur gebracht wird, da das den Kessel verlassende sterilisierte Wasser dem Rohwasser in dem Kühler zwangsläufig entgegengeführt wird und dabei seine Wärme abgibt. Nach dem Durchlaufen des Kühlers tritt das sterilisierte Wasser in das Nachfilter ein, wo es zugleich belüftet wird. Aus diesem wird es durch Hähne entnommen. Die Leistungsfähigkeit des 1000 kg schweren Apparates beträgt 750—900 Liter in der Stunde.

Auch andere Firmen, z. B. F. & M. Lautenschläger-Berlin, bauen derartige Trinkwasser-Erzeuger.

β) Bestrahlung.

Die von Quecksilberdampflampen gelieferten ultravioletten Strahlen sind auch zur Desinfektion des Trinkwassers herangezogen worden. Da Glas die wirksamen Strahlen absorbiert (vgl. S. 324), müssen Quarzlampen benutzt werden. Das, nötigenfalls vorgefilterte, Wasser strömt in dünner Schicht an der Lampe vorbei. Eine erhebliche praktische Bedeutung hat das Verfahren bisher nicht erlangt.

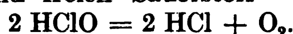
b) Desinfektion mit chemischen Mitteln.

Im großen kommt nur die Behandlung mit Chlor und Ozon in Frage.

α) Desinfektion des Trinkwassers mit Chlor.

Die Desinfektion eines Trinkwassers mit Chlor, meist in der Form des Chlorkalks angewandt, in Amerika weit verbreitet, muß für deutsche

Verhältnisse noch als ein Notbehelf angesehen werden. Sie kann in Frage kommen bei vorübergehender Wasserknappheit (trockene Sommer), d. h. wenn zur Befriedigung des Wasserbedürfnisses auf nicht einwandfreies Wasser zurückgegriffen werden muß und bei zufälligem vorübergehenden Versagen der normalen Wasserreinigungsvorrichtungen. Die Chlorkalkdesinfektion beruht letzten Endes auf dem Abspalten naszierenden Sauerstoffs. Aus Chlorkalk (wahrscheinlich ein gemischtes Salz der Salzsäure und der unterchlorigen Säure HClO), welcher im frischen Zustande etwa 35 % Chlor enthält, während der Chlorgehalt an der Luft oder schlecht verschlossen aufbewahrten Chlorkalks auf sehr viel niedrigere Werte sinken kann, spaltet sich unter dem Einfluß der Kohlensäure unterchlorige Säure ab und diese zerfällt in Berührung mit organischen Stoffen in Salzsäure und freien Sauerstoff



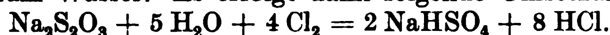
$$2\,HClO = 2\,HCl + O_2.$$

Die Salzsäure wird von den Karbonaten des Wassers gebunden.

Die verschiedene Beurteilung, welche der Chlorkalk als Mittel zur Trinkwasserdesinfektion gefunden hat, findet ihren Grund, abgesehen von der Benutzung ungleichwertiger Präparate, in dem Umstande, daß die einzelnen Wässer, je nach ihrem Gehalt an oxydablen Stoffen, verschieden große Mengen von Chlor zur Entkeimung bedürfen (weil manche organischen Stoffe Chlor binden) und in der verschieden langen Zeit, welche man das Chlor hat einwirken lassen. Eine für alle Fälle zur Desinfektion ausreichende Menge Chlor läßt sich daher nicht angeben, sie muß bis zu einem gewissen Grade für jedes Wasser erst bakteriologisch festgestellt werden. Wenn man, wie es bei der Desinfektion des Wassers zentraler Wasserleitungen oft der Fall ist, das Chlor stundenlang einwirken lassen kann, kommt man mit wenigen Milligrammen Chlorkalk für einen Liter Wasser aus. In solchen Fällen wird der Geschmack des Wassers häufig nicht beeinträchtigt und die Anwendung besonderer Mittel, um das überschüssige Chlor wieder zu entfernen, erübrigt sich. Will man dagegen eine schnelle Desinfektion, z. B. in 10 Minuten erzielen, wie es bei den Verfahren zur Keimfreimachung von Oberflächenwasser im Felde notwendig ist, so muß man größere Mengen von Chlor zusetzen und nach kürzerer Einwirkungszeit den Rest wieder künstlich beseitigen.

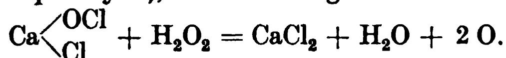
So hat man bei einer 4—6 Stunden langen Einwirkungszeit schon mit 3 mg Chlorkalk, entsprechend rund 1 mg aktivem Chlor auf 1 Liter Wasser, einen völlig befriedigenden Desinfektionseffekt erzielt, bei einer Einwirkungszeit von nur einigen Minuten sind dagegen etwa 150 mg aktives Chlor für das Liter notwendig.

Zur Beseitigung eines verbleibenden Chlorgeschmacks fügt man nach erfolgter Desinfektion auf je 3 Teile Chlorkalk 2 Teile Natriumthiosulfat zum Wasser. Es erfolgt dann folgende Umsetzung:



$$Na_2S_2O_3 + 5\,H_2O + 4\,Cl_2 = 2\,NaHSO_4 + 8\,HCl.$$

Auch durch metallisches Eisen läßt sich eine Entchlorung bewirken. Bei der Desinfektion kleinerer Wassermengen in kurzer Zeit beseitigt man den erheblichen Chlorüberschuß zweckmäßiger durch berechnete Mengen von Wasserstoffsuperoxyd[1]), welches folgende Umsetzung hervorruft:



$$Ca\langle{}^{OCl}_{Cl} + H_2O_2 = CaCl_2 + H_2O + 2\,O.$$

(„Desazon"-Verfahren der Farbenfabriken vorm. Friedr. Bayer u. Co.).

[1]) Am besten in Form des Wasserstoffsuperoxydkarbamids, des sog. Ortizons.

Statt des Chlorkalks kann auch Natriumhypochlorit oder elektrolytisch hergestelltes oder verflüssigtes Chlor (aus Bomben) gewählt werden. Da sich die Vorrichtungen zum Auflösen und Zumischen des Chlorkalks leicht behelfsmäßig schaffen lassen (Abb. 167), so ist das Verfahren bei dem niedrigen Preise des Chlorkalks nicht teuer.

Durch manche organische Verunreinigungen des Wassers wird, wie erwähnt, viel Chlor gebunden, d. h. unwirksam gemacht. Aus diesem Grund empfiehlt es sich dort, wo das Wasser noch einem anderen Reinigungsverfahren unterworfen wird, den Chlorkalk erst dem gereinigten Wasser zuzusetzen.

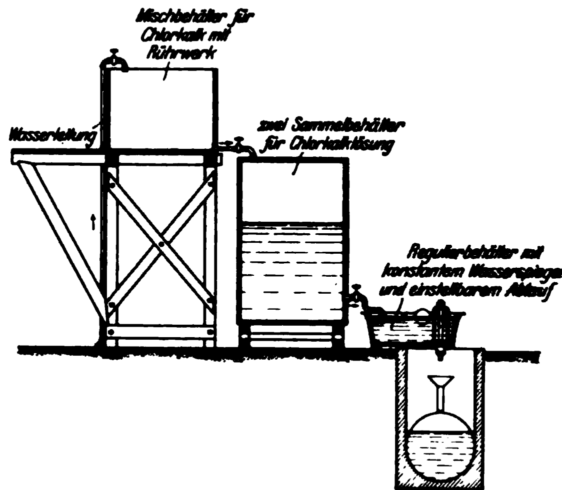


Abb. 167. Einfache Vorrichtung zur Desinfektion des Trinkwassers mit Chlorkalk. (Schematisch.)

β) Desinfektion des Trinkwassers mit Ozon.

Die Desinfektion des Trinkwassers mit Ozon ist im Gegensatz zur Chlordesinfektion nur unter Anwendung kostspieliger Apparaturen möglich. Ozonapparate werden daher im allgemeinen nur für Dauerbetrieb gebaut.

Ozon (O_3) ist verdichteter Sauerstoff, der durch Abgabe eines Sauerstoffatoms zerstörend auf organische Substanzen und Bakterien wirkt, die Anwesenheit genügender Feuchtigkeit vorausgesetzt.

Die wesentlichen Bestandteile einer Wassersterilisierungsanlage mittels Ozon sind, wie Abb. 168 zeigt, Schnellfilter für die Vorreinigung des Wassers (ev. mit dazu gehöriger Wasserhebepumpe), Ozonapparat mit Transformator, Sterilisationsturm, in welchem das vorgereinigte Wasser mit der Ozonluft in irgend einer Weise gemischt und in ausgiebige Berührung gebracht wird und Reinwasserbassin, eventuell mit vorgeschalteter Entlüftungsvorrichtung (um den Überschuß an Ozon zu beseitigen).

Man erzeugt Ozon, indem man Luft der Einwirkung der dunklen elektrischen Entladung („Glimmentladung") bei 6000—15000 Volt Betriebsspannung z. B. in der Siemensschen Ozonröhre unterwirft. Für die Wassersterilisierung sind verschiedene Systeme von Ozonapparaten (Siemens und Halske, Tindal-de Frise, Abraham-Marmier, Otto u. a.) ausgearbeitet worden. Die Systeme werden auch kombiniert.

Die Mischung von Wasser und Ozonluft erfolgt in den älteren Apparaten nach dem Gegenstromprinzip, d. h. das in einem Turm von oben in feiner Verteilung herabfließende Wasser nimmt die ihm von unten entgegen geblasene Ozonluft auf, neuerdings werden Ozonluft und Wasser beide von unten in die Sterilisationstürme eingeführt und sofort nach dem Prinzip der Wasserstrahlluftpumpe (Ejektoren, Emulseure) gemischt. Schließlich wird auch bisweilen Ozonpreßluft verwendet.

Wassersterilisierungsanlagen vermittels Ozon finden sich in Chemnitz, Paderborn, Hermannstadt, Florenz, Paris, Petersburg u. a.

Das Ozonverfahren eignet sich zur Reinigung von Oberflächenwässern, wenn langsame Sandfiltration aus irgend einem Grunde nicht in Anwendung kommen soll (Beispiel: Petersburg), ferner zur Sterilisierung ver-

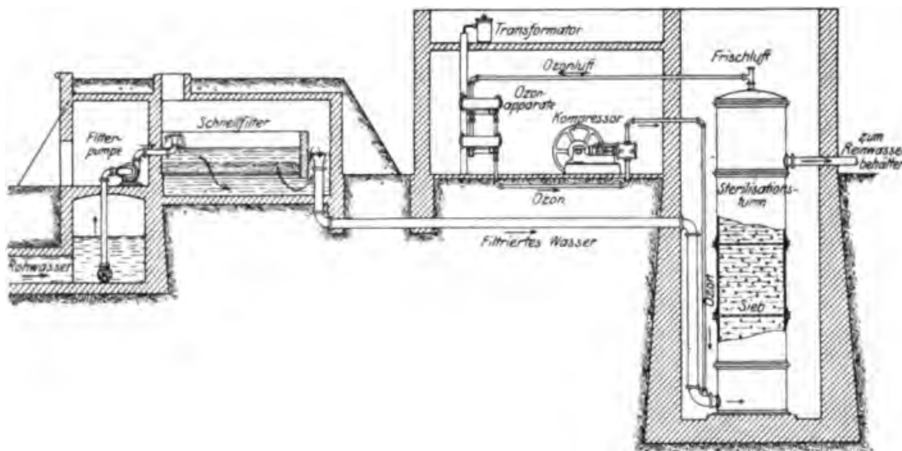


Abb. 168. Durchschnitt durch eine Ozonanlage, System: Siemens-de Frise.

dächtiger Quellwässer aus klüftigem, mit Oberflächenwasser in Verbindung stehenden Gesteinen (Beispiel: Paderborn, Paris).

Der Sterilisationseffekt einer Ozonanlage hängt von der Beschaffenheit und der in der Zeiteinheit sie durchströmenden Wassermenge, der Menge der angewendeten Ozonluft und dem Ozongehalt derselben ab. Diese 4 Faktoren müssen aufeinander abgestimmt werden. Wasser, welches reich ist an organischen Stoffen, verbraucht größere Mengen Ozon als solches, welches nahezu frei von ihnen ist. Durchschnittlich werden pro Kubikmeter Wasser etwa 2 g Ozon benötigt. Sind diese z. B. in 500 Litern der dem Wasser zugeführten Ozonluft enthalten, so müßte auf 2 Kubikmeter Wasser 1 Kubikmeter Ozonluft verwendet werden. Damit man des Desinfektionseffektes, d. h. der Vernichtung etwa vorhandener nicht sporenhaltiger Infektionserreger (Typhusbazillen usw.) sicher sein kann, muß das unmittelbar aus den Türmen ablaufende Wasser noch die Ozonreaktion (Blaufärbung bei Zugabe von Jodkaliumstärkekleister) geben.

Die Kosten der Ozonisierung hängen von örtlichen Verhältnissen ab. Jedenfalls ist die Ozonbehandlung des Wassers verhältnismäßig teuer.

C. Wassermenge und Wasserverteilung.

Neben der Wasserqualität ist der zur Verfügung stehenden Wassermenge Beachtung zu schenken. Die Quantitätsfrage muß zuerst in befriedigender Weise gelöst sein, ehe eine eingehende Untersuchung der Wasserqualität am Platze ist.

Die für den Einzelnen zu Trink- und Kochzwecken notwendigen Wassermengen betragen nur wenige Liter, zu Wasch- und Reinigungszwecken werden im Haushalt schon größere Mengen gebraucht, so daß man für die häuslichen Zwecke (ohne Bad) für den Kopf und Tag etwa 20 bis 30 Liter rechnen kann. Besteht Kanalisation mit Anschluß von Spülaborten, so müssen für den Kopf und Tag mindestens 10 Liter mehr in Anschlag gebracht werden. Rechnet man auch das für öffentliche Zwecke (Straßenreinigung usw.) benutzte Wasser hinzu, wie es bei jeder zentralen Wasserversorgung geschehen muß, so hat man bei der Anlage einer solchen Wasserversorgung durchschnittlich mit einem künftigen Wasserverbrauch für den Kopf und Tag zu rechnen: in ländlichen Orten von 50 Litern, in kleinen Städten von 60—80 Litern, in größeren und großen Städten von 80—120 Litern. Ins Gewicht fällt auch das Badebedürfnis. Für ein Wannenbad kann man 350, für ein Brausebad 25 l in Ansatz bringen. In ländlichen Orten ist ferner auch die Viehhaltung zu berücksichtigen und für jedes Stück Großvieh täglich 50, für jedes Stück Kleinvieh 15 Liter Wasser vorzusehen. Diese Zahlen gelten für deutsche Verhältnisse und beim Vorhandensein von Wassermessern. In Amerika z. B. steigt der Wasserverbrauch stellenweise pro Kopf und Tag auf 1000 und mehr Liter, desgleichen ist er in wohlhabenden deutschen Städten, namentlich solchen ohne Wassermesser, beträchtlich, bis 300 Liter und mehr. Nicht berücksichtigt ist bei den vorstehenden Zahlen der oft gewaltige Wasserbedarf der Groß-Industrien, weil es als die Regel gelten darf, daß diese sich ihr eigenes Betriebswasser beschaffen.

Bei der Anlage einer zentralen Wasserversorgung ist schließlich zu prüfen, ob mit einem Wachstum der Bevölkerung nach den bisherigen Erfahrungen zu rechnen ist. Ein neues Wasserwerk soll auf mindestens 10 Jahre hinaus den Ansprüchen genügen.

Der Wasserbedarf verteilt sich naturgemäß sehr ungleich über die einzelnen Tagesstunden und die verschiedenen Jahreszeiten. Die Wasserwerke haben sich der größten Stundenwassermenge = etwa $^1/_{10}$ des durchschnittlichen Tagesverbrauches und dem erfahrungsgemäß im Sommer besonders starken Tagesverbrauch mit ihren Einrichtungen von vornherein anzupassen.

Bei Oberflächenwasserversorgungen macht die Beschaffung der notwendigen Wassermengen meist keine Schwierigkeit, wohl aber bei Grund- und Quellwasser. Bei ersterem entscheidet ein wochenlang durchgeführter Pumpversuch (S. 396) unter genauer Feststellung der Absenkungstiefen in den einzelnen Beobachtungsrohren, bei Quellwasserversorgungen sind maßgebend monatelang, namentlich zur heißen Jahreszeit ausgeführte Ergiebigkeitsmessungen.

Die Verteilung des Wassers in der Stadt ist eine vorwiegend technische Aufgabe. Es genügen hierüber daher wenige Angaben.

Nach Möglichkeit soll die Wasserleitung einheitlich sein, d. h. eine Trennung von Trink- und Gebrauchswasser mittels verschiedener Leitungen soll nicht stattfinden, wenigstens nicht ein Hineinführen beider Leitungen in bewohnte Grundstücke.

Jede Wasserleitung muß einen **Sammelbehälter** haben, durch den dem wechselnden Bedarf Rechnung getragen werden kann. Nur bei sehr reichlichem Wasserzufluß kann man ausnahmsweise bei kleinen Gemeinden hiervon absehen. Diese Behälter müssen so hoch liegen, daß das Wasser in den Leitungen eine bestimmte Steighöhe erhält, in größeren Städten meist 25 m („bürgerlicher Versorgungsdruck"). Da erhebliche Reibungen in dem Wasserleitungsnetz zu überwinden sind, so wird gewöhnlich ein Gesamtdruck von mindestens 30—35 m notwendig sein. Für **Feuerlöschzwecke** reicht dieser Druck meist noch nicht einmal aus. Daher legt man den am besten zweiteiligen Sammelbehälter etwa 50 m über dem Versorgungsgebiet an. Der Sammelbehälter sollte mindestens den durchschnittlichen Tagesverbrauch des Wassers fassen, er soll nie leer laufen. Je nach seiner Lage zur Wasserentnahmestelle ist der Behälter entweder ein **Durchlaufsreservoir**, d. h. er liegt

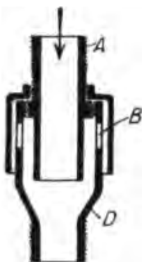


Abb. 169. Rohrunterbrecher. (Nach Wangelin.)
A Wasserzulauf. D Verbindung zur Abortschüssel. B Belüftung.

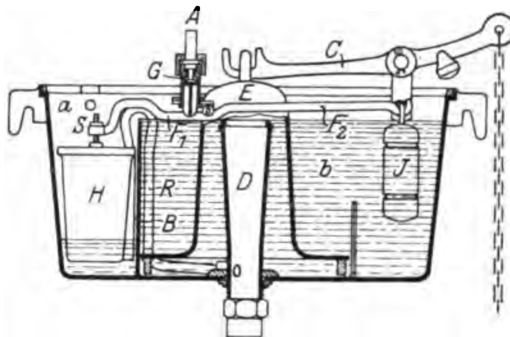


Abb. 170. Saugheber-Spülkasten. (Nach Wangelin.)

zwischen Wasserentnahmestelle und Versorgungsgebiet oder ein **Gegenreservoir**, d. h. das Versorgungsgebiet liegt zwischen Wasserentnahmestelle und Sammelbehälter. Letztere Lage ist gewöhnlich vorzuziehen.

Die Sammelbehälter sind Erdbehälter oder Turmbehälter. Letztere sind den Temperaturschwankungen der Luft oft in unerwünschter Weise ausgesetzt. Die Behälter erhalten Zulauf, Ablauf und Überlauf, ferner eine Entleerungsvorrichtung.

Zur **Hebung des Wassers** dient motorische, auf Pumpen übertragene Kraft verschiedener Art. Windmotore sind wenig zuverlässig und bedürfen noch eines anderen Motors als Reserve.

Gepumpt wird gewöhnlich nur eine Anzahl von Stunden am Tage. Vom Hochbehälter aus wird das Wasser verteilt entweder nach dem **Verästelungs-** oder nach dem **Zirkulationssystem**. Letzteres System ist hygienisch vorzuziehen. Die Rohrweiten müssen dem größten Stundenverbrauch angepaßt sein. Die **Rohre** sind in frostfreier Tiefe, d. h. etwa 1,5 m unter Terrain zu verlegen.

Das Wasser wird teils den **Straßenhydranten** (Unterflur- oder Überflurhydranten) oder **Straßenventilbrunnen**, teils den Häusern zugeleitet. In allen Fällen müssen die gewählten Konstruktionen so sein, daß eine Verunreinigung des Trinkwassers durch Schmutzwasser vermieden wird. Diese Gefahr besteht beim Leerlaufen der Hydranten, Brunnen und Leitungen durch Saugwirkung. Die jedesmalige automatische Entleerung der Hydranten und Ventilbrunnen ist wegen Frostgefahr

vorzusehen. Bei den Hauswasserleitungen erfolgt eine rückwärtige Entleerung der Leitungen mit Saugwirkung beim zeitweisen Abstellen des Wassers oder bei plötzlichen Verminderungen des normalen Wasserdrucks.

Zum Schutz der Hauswasserleitungen dienen die Spülkästen und die Rohrunterbrecher in den Spülaborten. Bei letzteren (Abb. 169) tritt, falls Saugwirkung zustande kommt, Luft statt der verunreinigten Flüssigkeit (z. B. aus der Klosettschüssel) nach. Nicht alle Rohrunterbrecher und Spülkästen sind zuverlässig. Vgl. hierzu z. B. den § 37 der Polizeiverordnung über die Herstellung und den Betrieb von Grundstücksentwässerungen für Berlin vom 26. Oktober 1910.

Bei dem in Abb. 170 wiedergegebenem Spülkasten (System Wangelin) tritt das Wasser bei A aus der Wasserleitung ein und fließt bei der Dichtung G vorbei in den Sammelbehälter b, bis es die eingegossene Scheidewand B überschritten und im Nebenraum a das schwere Gewicht H soweit erleichtert hat, daß das leichtere Gewicht J durch Hebel F_1F_2 die Dichtung auf den Wasserzufluß aufpreßt und diesen schließt. Bei Zug am Hebel C wird Glocke E gehoben, es fällt von oben Wasser in das der Scheidewand B annähernd gleichhohe Standrohr D, wodurch von dem übrigen im Behälter befindlichen Wasser ein bestimmter gleichbleibender Teil und durch Rohr R auch das Wasser aus dem Nebenraum a abgesogen wird. Gewicht H, nicht mehr von Wasser umgeben, muß nun den Zulauf wieder öffnen.

Das Verbinden von Wasserleitungshähnen durch Schläuche mit Waschzubern u. dgl. sollte wegen Gefahr der Rücksaugung des Waschwassers streng vermieden werden, falls in die Wasserzuflußleitung nicht ein zuverlässiger Unterbrecher eingebaut ist.

D. Besondere Verhältnisse der Wasserversorgung.

Wasserversorgungen für Einzelhäuser werden am besten nach dem System der Luftdruck-Wasserversorgungsanlagen ausgeführt. Der geschlossene Wasserbehälter mit Windkessel, Pumpwerk und Motor steht dabei im Kellergeschoß.

Dort, wo weder brauchbares Oberflächenwasser zur Verfügung steht, noch Grundwasser erschlossen werden kann, z. B. in Gegenden, wo nur mooriges oder brakiges Grundwasser zu finden ist, oder wo vorübergehend Trinkwasser in größerer Menge geschafft werden muß, tritt die Regenwasserversorgung durch Zisternen in ihr Recht. Eine solche Versorgung kann in hygienisch einwandfreier Weise hergestellt werden.

Bei der Versorgung von Seeschiffen hilft man sich nur im Notfall durch Destillieren von Seewasser, führt vielmehr in Trinkwassertanks genügende Mengen (6—10 Liter pro Kopf und Tag) Süßwasser an Bord mit.

In den Häfen sollte überall dafür gesorgt werden, daß sich die Fahrzeuge bequem mit den nötigen Mengen einwandfreien Trinkwassers versorgen können, das gilt übrigens auch für die Häfen an Binnenschiffahrtsstraßen. Dadurch, daß die Schifferbevölkerung aus Bequemlichkeit oder Unverstand vielfach das ungereinigte Flußwasser genießt, setzt sie sich in erhöhtem Maße Infektionskrankheiten aus. So beträgt die Typhusmorbidität der Rheinschiffer etwa das 10fache der anwohnenden Bevölkerung.

Besonderes Gewicht ist auch darauf zu legen, daß alle Gewerbebetriebe mit einer ausreichenden Menge eines einwandfreien und für die Arbeiter leicht erreichbaren Wassers versorgt werden. Namentlich in Betrieben mit Staubentwicklung und giftigen Stoffen ist dies zu fordern.

Die Trinkwasserversorgung der Truppen im Felde ist im vergangenen Weltkriege Gegenstand mannigfacher Überlegungen gewesen. Im Stellungskrieg hat man vielfach das Wasser durch besondere Leitungen weit nach vorn gebracht. Sonst pflegt man im Felde das Grundwasser durch Schlagbrunnen (Abessinier) zu erschließen oder macht das vorgefundene Oberflächenwasser durch thermische oder chemische Desinfektion frei von Krankheitserregern. Die Desinfektion mit Chemikalien steht hier noch immer hinter der Vernichtung der Keime durch fahrbare Abkochvorrichtungen (S. 412) zurück. Auch fahrbare Ozonisierungsapparate sind verwendet worden.

E. Behördliche Maßnahmen gegen die seitens des Trinkwassers der Gesundheit drohenden Gefahren.

Bei der großen Bedeutung einer einwandfreien Wasserversorgung für die Volksgesundheit haben sowohl das Reich wie die Einzelstaaten Vorschriften zur Sicherung gesundheitsgemäßer Trink- und Nutzwasserversorgungen erlassen.

Grundlage dafür ist der § 35 des Reichsseuchengesetzes vom 30. Juni 1900, nach welchem die dem allgemeinen Gebrauch dienenden Einrichtungen für Versorgung mit Trink- oder Wirtschaftswasser fortlaufend durch staatliche Beamte zu überwachen und die Gemeinden verpflichtet sind, für die Beseitigung der vorgefundenen gesundheitsgefährlichen Mißstände Sorge zu tragen. Sie können nach Maßgabe ihrer Leistungsfähigkeit zur Herstellung von solchen Wasserversorgungseinrichtungen, sofern dieselben zum Schutze gegen übertragbare Krankheiten erforderlich sind, jederzeit angehalten werden. Auf Grund des § 17 des nämlichen Gesetzes kann die Benutzung von Brunnen und Wasserleitungen verboten oder beschränkt werden. Für Preußen kommt ferner der § 10, 17. Tit., II. Th. des Allg. Landrechts in Frage (polizeilicher Zwang). Im übrigen sind die §§ 321 und 324 des Reichsstrafgesetzbuches und die §§ 10—14 des Nahrungsmittelgesetzes für den Schutz der Wasserversorgungsanlagen anwendungsfähig.

Ferner hat der Bundesrat unter dem 16. Juni 1906 einer vom Reichs-Gesundheitsrat aufgestellten ausführlichen „Anleitung für die Einrichtung, den Betrieb und die Überwachung öffentlicher Wasserversorgungsanlagen, welche nicht ausschließlich technischen Zwecken dienen“ seine Zustimmung erteilt und dieselbe den Bundesregierungen als Richtschnur empfohlen.

Schließlich ist die Reinigung von Oberflächenwasser durch Sandfiltration durch Grundsätze geregelt, welche im Jahre 1899 im Kaiserlichen Gesundheitsamt aufgestellt worden sind.

Eine diesen Grundsätzen angefügte Anlage gibt die nötigen Anleitungen für die bei der bakteriologischen Kontrolle der Filterabflüsse zu berücksichtigenden Regeln und Gesichtspunkte.

Für Preußen sind folgende Gesetze und Erlasse zu nennen:

Das preußische Wassergesetz vom 7. April 1913, im besonderen die §§ 106—112 (Talsperren) und 196ff. (Grundwasser). Vgl. hierzu auch S. 462.

Der Ministerialerlaß vom 30. April 1907, welcher die Gesichtspunkte für die Beschaffung eines hygienisch einwandfreien Wassers angibt.

Brunnenordnungen, welche in verschiedenen Regierungsbezirken erlassen worden sind.

Der Entwurf für eine zentrale Wasserversorgung bedarf der landespolizeilichen Genehmigung durch den Regierungspräsidenten (vgl. auch § 204 des Wassergesetzes).

Bei dem Bau von Wasserleitungen muß häufig von dem Gesetz über die Enteignung von Grundeigentum vom 11. Juni 1874 Gebrauch gemacht werden.

Die Kommune kann eine Wasserleitung bauen als gewerblicher Unternehmer und wegen Abgabe des Wassers mit den Konsumenten privatrechtliche Verträge schließen oder sie baut, was das übliche ist, die Anlage im öffentlichen Interesse. Im letzteren Fall wird der Anschlußzwang durch Polizeiverordnung ausgeübt.

Durch Ortsstatut ist dann die Benutzung der Wasserleitung einschließlich der Gebührenfrage zu regeln.

Auf Grund des Zweckverbandsgesetzes vom 19. Juli 1911 können Zweckverbände gebildet werden, um eine gemeinsame zentrale Wasserversorgung herzustellen.

Auch seitens eines Kreises wird bisweilen der Bau einer Wasserleitung übernommen.

II. Beseitigung der Abfallstoffe.

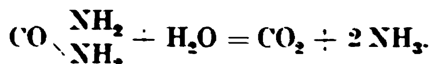
A. Allgemeine Vorbemerkungen.

Die gesundheitlich einwandfreie Beseitigung der Abfallstoffe ist neben der Einrichtung einer hygienisch sicheren Wasserversorgung und der Seuchenbekämpfung diejenige Maßnahme, welche die schönsten Erfolge auf dem Gebiete der öffentlichen Gesundheitspflege erzielt hat.

Abfallstoffe des menschlichen und tierischen Körpers im engeren Sinne sind die physiologisch vom Körper nicht weiter ausnutzbaren, unverbrennlichen Stoffe, also Fäkalien und Harn. Im weiteren Sinn wird man alle vom Körper nach außen abgegebenen Ausscheidungen darunter verstehen.

Die täglich von dem Erwachsenen ausgeschiedene Harnmenge beträgt im Mittel etwa 1500 ccm, für die aus verschiedenen Altersklassen bestehende Bevölkerung einer Stadt kann man mit etwa 1200 ccm pro Kopf durchschnittlich rechnen.

Menge und Zusammensetzung wechselt natürlich mit der Menge der aufgenommenen Getränke und der Menge und Beschaffenheit der Nahrung. Bei gemischter Kost werden von Erwachsenen täglich etwa ausgeschieden: 6—10 g Chlor (Cl), vorwiegend an Natrium gebunden, 1,5—3 g Schwefelsäure (SO_3), 1—5 g Phosphorsäure (P_2O_5), 0,6—0,8 g Ammonium, 30—35 g Harnstoff, der Hauptträger des Stickstoffs im Harn. Die tägliche Stickstoffabgabe durch den Harn beträgt demnach etwa 16 g. Im Innern des gesunden Körpers steril, verfällt der Harn nach der Entleerung leicht der Zersetzung. Es entsteht dabei aus dem Harnstoff Kohlensäure und Ammoniak



$$CO\left\langle{NH_2 \atop NH_2}\right. + H_2O = CO_2 + 2\,NH_3.$$

Die Fäkalien bestehen nicht nur aus Nahrungsresten, sondern zu einem erheblichen Teile auch aus Umwandlungsprodukten der Verdauungssäfte. Es wird auch im Hungerzustande Kot gebildet, der Kot entstammt also zum Teil dem Körper selber. Die täglich vom Erwachsenen abgegebene Kotmenge beträgt etwa 120—150 g. Darin sind etwa 30—35 g Trockensubstanz enthalten. Für die aus verschiedenen Altersklassen bestehende Bevölkerung einer Stadt kann man mit einer Durchschnittsmenge von etwa 90 g Fäkalien für den Tag und den Kopf rechnen.

Die Stickstoffabgabe durch den Kot ist bei gemischter Kost gering und nur auf 1—2 g pro Tag für den Erwachsenen zu veranschlagen, bei vorwiegend vegetabilischer Ernährung beträgt der N-Gehalt des Kotes mehr. Mit den Fäzes werden pro Tag etwa 5—7 g Fett ausgeschieden. Von Kohlehydraten erscheint hauptsächlich die für den Menschen unverdauliche Zellulose im Kot. Vgl. im übrigen hierzu S. 230.

Den Aschegehalt der Fäzes kann man auf 1—3% der wasserhaltigen Substanz veranschlagen. Unter den Salzen wiegen die Erdphosphate vor.

Bei der individuell sehr verschiedenen Ausnutzung der Nahrung durch die einzelnen Menschen sind die vorstehend angegebenen Zahlen nur Annäherungswerte.

Von den Hautsekreten enthält der Schweiß besonders Harnstoff und Chlornatrium, als weitere Abfallprodukte kommen in Betracht abgestoßene Epithelzellen und Hauttalg.

Hygienisch bedeutungsvoll ist das Auftreten pathogener Organismen in den Exkreten.

Mit dem Harn können unter Umständen Typhus- und Paratyphusbazillen (in sehr großen Mengen), Tuberkelbazillen usw. ausgeschieden werden, mit den Fäzes werden die Erreger der Cholera asiatica, des Typhus, des Paratyphus, der Ruhr entleert, mit dem Sputum können die Erreger vieler Infektionskrankheiten (Tuberkulose, Diphtherie, Pneumonie u. a.) verstreut werden, und die Hautabscheidungen bergen die unbekannten Erreger der akuten Exantheme (Pocken, Scharlach, Masern usw.) in sich, von Eitererregern abgesehen.

Als Abfallstoffe kommen ferner alle sonstigen Reste des menschlichen Haushalts in Frage, im besonderen Schlachtabfälle, Speiseabfälle, Kehricht, Kleidungsreste, wertlos gewordene Gebrauchsgegenstände und schließlich bildet der leblos gewordene menschliche Organismus selbst eine Masse, deren rationelle und schnelle Beseitigung wichtig ist, zumal wenn Infektionskrankheiten den Tod herbeigeführt haben.

Die Abfallstoffe haben Neigung zur Zersetzung; die stickstoff- und schwefelhaltigen Stoffe zersetzen sich bei mangelhaftem Luftzutritt bekanntlich unter den Erscheinungen der Fäulnis, bei reichlicher Belüftung unter den Erscheinungen der Verwesung. Hygienisch wichtiger und häufiger ist die erstere Art der Zersetzung. Es entstehen bei ihr eine große Reihe übelriechender Stoffe (Indol, Skatol, Schwefelwasserstoff usw.).

Alle Abfallstoffe, welche sich leicht zersetzen oder in stinkende Fäulnis übergehen, d. h. die meisten organischen Abfallstoffe, sowie alle infizierten Abfallstoffe erheischen im Interesse der öffentlichen Gesundheitspflege eine besondere Aufmerksamkeit. Zu den Abfallstoffen, welche der menschliche Haushalt liefert, treten dann noch die oft sehr erheblichen Massen von Abfällen der Industrie teils organischer, teils anorganischer

Natur. Gerade diese setzen ihrer Beseitigung oft erhebliche Widerstände entgegen, ja sie sind zum Teil in wirtschaftlich möglicher Weise überhaupt nicht unschädlich zu machen.

B. Beseitigung der Abfallstoffe unter einfachen Verhältnissen.

1. Abfallstoffe als Düngemittel.

Im normalen Kreislauf dienen die menschlichen Auswurfstoffe, nachdem sie durch die Tätigkeit der Mikroorganismen entsprechend umgewandelt sind, den Pflanzen als Nahrung (vgl. Abb. 1 S. 2). Die unentbehrlichen Pflanzennährstoffe sind — abgesehen von der Kohlensäure der Luft — Stickstoff, Kali, Phosphorsäure, Schwefelsäure, Kalk, Magnesia und Eisen. Die drei erstgenannten Stoffe, eventuell auch der Kalk, bedürfen am meisten des künstlichen Ersatzes durch Düngung. Unter ihnen ist der Stickstoff ein besonders wichtiges Düngemittel. Nur manche Schmetterlingsblütler (Bohnen, Erbsen, Klee, Lupinen, Serradella, Wicken) vermögen Stickstoff direkt aus der Luft aufzunehmen (vgl. S. 7), den übrigen Pflanzen muß der Stickstoff als organischer Stickstoff (in Form von Jauche, Abtrittdünger, Stallmist, Kompost usw.) oder in Form des Chilisalpeters oder des schwefelsauren Ammoniaks zugeführt werden.

Die Bewertung der Fäkalien in der Landwirtschaft ist seit geraumer Zeit geringer geworden als sie früher war. Man hat den Wert der von einem erwachsenen Menschen im Laufe eines Jahres ausgeschiedenen Exkremente (Harn + Kot) zwar, verglichen mit den Preisen entsprechender künstlicher Düngemittel, auf 5—6 M. veranschlagt, jedoch ist diese Berechnung wahrscheinlich viel zu günstig, weil die unausbleiblichen Stickstoffverluste, welche diese Exkremente durch Ammoniakbildung erleiden, sehr erheblich sein können. Nur in kleinen Städten und auf dem Lande wird die unmittelbare Benutzung der Fäkalien für die Landwirtschaft (am besten unter Benutzung der Torfstreu) lohnend sein, wenn diese Düngemittel kostenlos geliefert werden.

Die landwirtschaftliche Verwertung macht bei kleinen Städten (bis zu etwa 5000 Einwohnern) gewöhnlich keine Schwierigkeiten und auch vom hygienischen Standpunkt ist, eine sorgfältige Sammlung und Abfuhr der Fäkalien vorausgesetzt, gegen diese Ausnützung der natürlichen Düngemittel nichts einzuwenden.

2. Einfache Verfahren zur Aufsammlung der Abfallstoffe.

In Betracht kommen: das Senkgrubensystem, das Kübel- und Tonnensystem mit und ohne Torfmullstreuung. Besteht zentrale Wasserversorgung ohne gleichzeitige planmäßige Kanalisation, so führt dieser Zustand trotzdem gewöhnlich sehr bald zur Einführung von Spülklosetts. Es müssen dann Hauskläranlagen an die Stelle der einfachen soeben genannten Vorrichtungen treten, da eine Abfuhr der verdünnten Latrine ihrer großen Menge wegen nicht angängig ist. Handelt es sich dabei um eine Stadt, so ist dieser Zwitterzustand nicht zu billigen und statt dessen eine geordnete Kanalisation mit zentraler Kläranlage anzustreben, handelt es sich dagegen um einzeln liegende Gebäulichkeiten (Anstalten

aller Art, Landhäuser u. dgl.), so ist ein anderer Ausweg als die Hauskläranlagen, abgesehen von der Untergrundberieselung (S. 444), meist nicht gegeben. Vgl. auch unter 3.

Die hygienischen Anforderungen, welche an das Gruben-, Kübel- und Tonnensystem zu stellen sind, lauten:

1. Dichtigkeit der Aufnahmebehälter,
2. tunlichste Verhütung von Geruchsbelästigung und Fliegenplage,
3. bequeme Entleerung bzw. leichter Wechsel der Aufnahmegefäße. Hierbei, sowie bei dem Fortbringen der Fäkalien müssen Beschmutzungen der Umgebung und des Transportweges vermieden werden.
4. Desinfektionsmöglichkeit.

Zu 1. Gruben sind schwierig dicht zu halten. Oft macht man ihre Sohle auch absichtlich durchlässig, um ein Versickern des Inhalts in den Untergrund zu erleichtern und die Kosten für die häufige Leerung und Abfuhr zu sparen (sog. Versitz- oder Schwindgruben), ein Verfahren, das als hygienisch unzulässig anzusehen ist, denn bei hochstehendem Grundwasser kann hierdurch eine Infektion desselben (Brunnenverseuchung) eintreten.

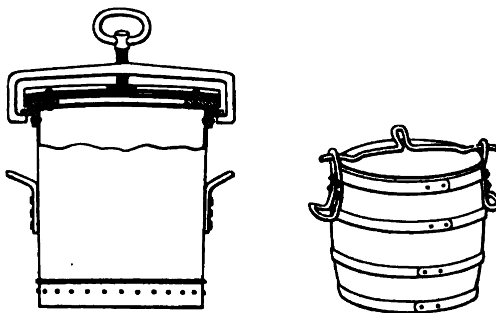


Abb. 171. Abfuhrtonne und Abfuhrkübel mit Verschlüssen. (Nach Hoffmann.)

Man stellt die Wände der Gruben aus in hydraulischem Mörtel verlegten Backsteinen her, dichtet außen mit Lehmschlag und zementiert die Grube innen aus. Durch die in der Jauche sich abspielenden Zersetzungsprozesse wird die Zementdichtung aber nicht selten allmählich zerstört.

Dichte Kübel und Tonnen können sowohl aus imprägniertem Holz wie aus verzinktem oder emaillierten Eisen gefertigt werden. Sie lassen sich leicht auf ihre Dichtigkeit kontrollieren. Da sie ausgewechselt werden müssen, ist auch auf gute Verschließbarkeit (meist besondere Patentverschlüsse und Deckel) zu achten (vgl. Abb. 171). Die abgefahrenen und entleerten Kübel und Tonnen sind gründlich durch Dampf oder Kalkmilch zu reinigen.

Beim sog. „Heidelberger Tonnensystem“ ist durch sämtliche Stockwerke des Hauses ein gegen Frostgefahr geschütztes Abfallrohr aus glasiertem Ton gelegt. In dieses Hauptabfallrohr münden in den einzelnen Stockwerken seitlich die Abfallrohre der einzelnen Klosettsitze. Das Hauptabfallrohr mündet in eine in einem besonderen Kellerraum aufgestellte auswechselbare Tonne (meist von 100 Liter Inhalt) mit Ansatzstutzen.

Zu 2. Verhütung von Geruchsbelästigungen und Fliegenplage wird erzielt bei Einzelaborten durch Bedecken der Exkremente mit Torfmull oder Erde nach jeder Defäkation (automatische Torfmullstühle), Anbringung gut schließender Deckel und Ventilation des Abortraumes nach außen; bei Anschluß mehrerer Abtritte an eine Fallrohrleitung durch Verlängerung des Fallrohrs über Dach, am besten in Nachbarschaft eines Schornsteins, um Auftrieb der Luft zu erzeugen.

Eine unmittelbare Ventilation der Grube und der zur Aufstellung der Tonne benutzten Räume ist außerdem zu empfehlen. Zwecks Desodorierung kann unter Umständen Zugabe von Eisenvitriol zweckmäßig sein (H_2S-Bindung).

Zu 3. Die Beseitigung der Exkremente durch Abfuhr ist ein besonders lästiges und bedenkliches Verfahren, da gerade bei diesen Manipulationen eine Verstreuung der Auswurfstoffe nicht immer sicher vermieden wird. Bei Gruben sollte tunlichst die pneumatische Entleerung des Inhalts in evakuierte Kesselwagen stattfinden.

Gruben ohne Spülwasser sind so groß anzulegen, daß pro Kopf der Benutzer etwa 0,3 cbm Fassungsraum vorhanden ist. Die Entleerung wird dann etwa halbjährig stattfinden können. Kübel und Tonnen sind wöchentlich mindestens einmal auszuwechseln. Pro Kopf rechnet man dann etwa 10 Liter Fassungsraum.

Zu 4. Die Desinfektion von Abortgruben erfolgt durch Eingießen von Kalkmilch in großen Mengen. Der Inhalt von Kübeln und Tonnen ist mit der gleichen Menge Kalkmilch zu versetzen und frühestens nach 2stündiger Einwirkung zu entleeren. (Während einer Epidemie ist eine Grubenräumung tunlichst zu vermeiden.)

Die Beseitigung des Kehrichts (Mülls) macht in Einzelhäusern und kleinen Gemeinden keine Schwierigkeit. Der Kehricht wandert auf dem Lande auf den Komposthaufen und dient so später als Düngemittel.

Wegen der anderen Müllbeseitigungsverfahren s. S. 452.

3. Hauskläranlagen.

Mit der Zulassung von Spülklosetts (es werden für jede Spülung 7—10 Liter Wasser verbraucht) erhöhen sich, wie oben erwähnt, die Schwierigkeiten einer hygienischen Beseitigung der Abfallstoffe überall dort, wo ein Kanalsystem zur Aufnahme der Abwässer noch nicht oder nur in unvollkommener Weise besteht und eine geeignete Vorflut nicht vorhanden ist. Aus einer Beseitigung mehr oder minder fester Abfallstoffe wird dann Schritt für Schritt eine Abwasserbeseitigung. Das beliebte Auskunftsmittel, die gewöhnlichen Gruben mit Überläufen zu versehen, ist zwar einfach, aber hygienisch recht anfechtbar. Es wird ein Fortlaufenlassen des Abwassers aus den Gruben nur statthaft sein, wenn das Abwasser einer vorherigen Reinigung unterworfen worden ist. Der Grad der Reinheit, welcher von den Abflüssen verlangt werden muß, hängt jedesmal von den besonderen Verhältnissen ab und läßt sich nicht schematisch festsetzen.

Es kann eine mechanische Reinigung genügen, darin bestehend, daß die Sink- und Schwebestoffe größtenteils abgefangen, die gelösten fäulnisfähigen Stoffe aber den verdünnenden Einwirkungen der Vorflut überlassen werden, es können chemische Mittel zur Abwässerklärung in Anspruch genommen werden, oder man unterzieht die Abwässer einer biologischen Reinigung meist mit vorhergehendem teilweisen Faulverfahren. Es wird in diesem Falle ein Vorreinigungsraum eingerichtet, welcher die 2—3fache Menge des täglich anfallenden Abwassers fassen kann. Der Schlamm bleibt liegen. Von den beiden hintereinander geschalteten Kammern muß die erste, der eigentliche Faulraum, größer als der zweite sein. Als biologisches Verfahren kann

das künstliche biologische Verfahren (s. S. 440), die Untergrundberieselung, gelegentlich auch die Landbehandlung, sofern dieselbe nicht in nächster Nähe des Hauses stattzufinden braucht, angewendet werden. Vorbedingung für die Möglichkeit dieser Reinigungsverfahren im Hause ist Einfachheit der Konstruktion und möglichst automatischer Betrieb.

Zur Zeit sind als Hauskläranlagen vorwiegend solche in Verwendung, welche die künstliche biologische Reinigung des durch Vorreinigungskammern vorbehandelten Abwassers ermöglichen. Die Anlagen werden in den Untergrund versenkt gebaut. Sie bestehen außer aus den Vorkammern aus dem Oxydationsraum, in welchem der biologiscehe Tropfkörper untergebracht ist (Abb. 172), einem Revisions- und eventuell Desinfektionsschacht. Hauskläranlagen werden im übrigen nach verschiedenen Systemen (z. B. System J. Braun u. Co., Wiesbaden, Neumeyer - Nürnberg, System Neustadt a. d. Hardt usw.) ausgeführt, sie bleiben aber selbst bei guter Ausführung vom hygienischen Standpunkt aus immer ein Notbehelf.

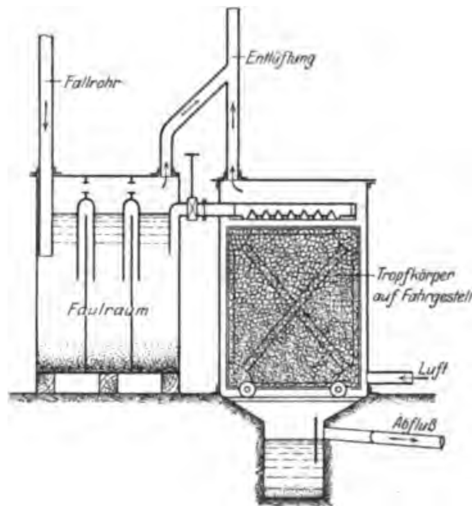


Abb. 172. Schema einer biologischen Hauskläranlage. (Nach Reichle.)

Wesen und Wert der einzelnen Reinigungsverfahren werden weiter unten besprochen werden bei ihrer Anwendung auf die Verhältnisse im großen. Das dort Gesagte läßt sich mit entsprechenden Veränderungen auch auf die kleinen Verhältnisse der Hauskläranlagen übertragen.

Wenn auch zugegeben werden mag, daß es Fälle gibt, in welchen eine rationelle, gesundheitlich einwandfreie Beseitigung der Abwässer eines einzelnen Hauses oder eines Häuserkomplexes gewisse Schwierigkeiten bereitet, so darf doch nicht vergessen werden, daß der Anstoß zum Studium der Abwasserfrage und zur gesundheitstechnischen Durcharbeitung dieses ganzen Gebietes ausgegangen ist von den Schwierigkeiten, welche durch das Zusammenströmen der Bevölkerung in den großen Städten und durch die Entwicklung gewisser Industriezweige entstanden sind. Erst hierdurch ist die so wichtige „Abwasserfrage" geschaffen worden, die im engsten Zusammenhange mit der Frage der Flußverunreinigung steht (vgl. S. 428).

C. Die Arten der Abfallstoffe und die unter größeren Verhältnissen durch sie bedingten Unzuträglichkeiten.

1. Abwasser.

Unter Abwasser versteht man dasjenige Wasser, welches, als Transportmittel benutzt, Abfallstoffe in gelöster und ungelöster Form aus dem

Haushalt des Menschen und der Industrie in einer gewissen Konzentration mit sich führt.

Durch Verdünnung des „Abwassers“ durch das Wasser des Vorfluters wird die Bestimmung des Begriffes „Abwasser“ schwankend. Im allgemeinen spricht man aber bei dem Inhalt von Wasserläufen, welche nicht ausschließlich oder ganz vorwiegend aus „Abwasser“ bestehen, nicht mehr von Abwasser, sondern von Graben-, Fluß- usw. Wässern.

a) Städtische Abwässer.

Bestimmend für ihre Zusammensetzung ist die Größe des Wasserverbrauchs der Stadt für den Kopf der Bevölkerung, ferner, ob nur die Haushaltungswässer oder auch Fäkalien und Harn abgeschwemmt werden, ob das Regenwasser für sich abläuft (Trennsystem) oder dem Brauchabwasser beigemischt wird (Mischsystem) und ob Industrieabwässer der Art und in dem Umfang vorhanden sind, daß sie, dem städtischen Abwasser beigemengt, den Charakter der Mischung verändern können.

Schaltet man die Industrieabwässer zunächst einmal aus, so läßt sich über die städtischen Abwässer folgendes sagen:

Sie enthalten gelöste und ungelöste Stoffe, letztere zum Teil in groben Partikeln, zum Teil zu feinem Detritus zerrieben. Die ungelösten Stoffe bezeichnet man als Sinkstoffe, wenn sie bei schon geringer Verlangsamung der Strömung zu Boden gehen, als Schwimmstoffe, wenn sie im oder auf dem Wasser treiben, als Schwebestoffe, wenn sie, von der Strömung weitergetragen, sich erst bei Stagnation des Wassers oder sehr verlangsamter Geschwindigkeit absetzen. Die ungelösten Stoffe verleihen dem Abwasser in erster Linie sein unappetitliches Aussehen. Gelöste wie ungelöste Stoffe sind teils organischer, teils anorganischer Natur, d. h. sie enthalten meist einen verbrennlichen und einen unverbrennlichen Teil. Unter den organischen Stoffen sind die schwefel- und stickstoffhaltigen, d. h. meist dem Eiweiß nahestehenden wichtig, weil sie bei ihrer Zersetzung Schwefelwasserstoff bilden; der Gehalt an Gesamtstickstoff und organischem Stickstoff gibt einen Anhalt für die Konzentration dei Abwässer. Von den Aschenbestandteilen dienen gewöhnlich die Chloride als Maßstab dafür, ob man es mit einem dünnen oder konzentrierten Abwasser zu tun hat. Außerdem gibt die Bestimmung des Kaliumpermanganatverbrauches eine Vorstellung über die Menge der vorhandenen „organischen Substanzen“ (vgl. Untersuchungsmethoden).

Zwischen Abwässern mit und ohne menschliche Exkremente ist der Unterschied praktisch nicht so groß, wie er sich rechnerisch stellt, da bei der Aufnahme von Harn und Kot gleichzeitig durch die Spülabtritte Reinwasser hinzukommt und der Stickstoff des Harns (Harnstoff) sich bald in wenig störender Weise in Ammoniumkarbonat verwandelt. Beim Abschwemmen der Exkremente wird aber zweifellos die absolute Menge der Unratstoffe im Abwasser nicht unerheblich vermehrt.

Konzentrierte Kanalwässer zersetzen sich namentlich bei höherer Temperatur rasch unter Bildung von Ammoniak und Kohlensäure, Reduktion der Sulfate, Schwefelwasserstoff- und Sumpfgasbildung. Aus dem Schwefelwasserstoff scheidet sich später bei Sauerstoffzutritt Schwefel ab, wenn nicht schon vorher seine Bindung an Eisen erfolgt ist.

Der Bakteriengehalt der Abwässer bewegt sich gewöhnlich zwischen einigen und hundert Millionen und mehr im Kubikzentimeter. Über das Verhalten pathogener Keime im Abwasser ist etwas ganz Sicheres nicht zu sagen. Die Annahme, daß sie von den Fäulnisbakterien zum Teil überwuchert werden und hierdurch zugrunde gehen, dürfte für manche sauerstoffliebenden Mikroorganismen, wie z. B. den Choleravibrio zutreffen, die Widerstandsfähigkeit des Typhusbazillus ist jedenfalls höher zu veranschlagen.

Das charakteristische Abwasserbakterium ist das B. coli.

Abgesehen von der ekelerregenden äußeren Beschaffenheit sind die häuslichen Abwässer also durch ihren meist üblen Geruch, ihre Infektionsgefährlichkeit und durch ihre Neigung zur Bildung von stinkenden Schlammablagerungen gekennzeichnet.

b) Gewerbliche Abwässer[1]).

Unter diesen verursachen besondere Mißstände die in den Wintermonaten erzeugten Zuckerfabrikabwässer. Sie geraten leicht in saure Gärung, bilden Schwefelwasserstoff und rufen durch Verzehr des gelösten Sauerstoffs in der Vorflut starke Belästigungen und Schädigungen, namentlich für das Fischereigewerbe, hervor.

Die beiden hauptsächlichsten Abwasserarten der Zuckerfabriken sind die mit Erdpartikeln und durch die abgeschnittenen Rübenschwänze verunreinigten Rübenwaschwässer und die mit gelösten organischen Stoffen stark belasteten Schnitzelpreß- und Diffusionsabwässer. Letztere sind die bedenklichsten. Eine Zuckerfabrik mit einer täglichen Verarbeitung von mehreren tausend Zentnern Rüben verschmutzt die Vorflut ebenso stark, wie eine Stadt von mehreren Zehntausend Einwohnern.

Ähnlich verhalten sich die Stärkefabrikabwässer.

Gerbereien und Schlachthöfe liefern ein an tierischen Abfällen reiches Abwasser, erstere daneben gewisse bedenkliche chemische Abfallprodukte, wie Schwefelnatrium, Gerbstoffe, Kalk, bisweilen auch Chrom, Arsen usw.

Wollfabriken liefern Abwässer vom Waschen, Walken, Färben und Drucken der Stoffe, Zellstoff- und Papierfabriken erzeugen Abwässer, welche zu den größten Störungen in der Vorflut führen können. Das gilt wenigstens für die Abwässer der Sulfitzellstoffabriken, welche Zuckerarten und sehr große Massen schwefelhaltiger organischer Stoffe enthalten. Diese Stoffe rufen einen starken Schwund des Sauerstoffs im Wasser der Vorflut hervor, spalten freie schweflige Säure ab und führen vor allem zu einer massenhaften Pilzbildung (meist von Sphaerotilus natans). Diese Abwässer können selbst in sehr großen Flußläufen Schwierigkeiten bereiten.

Der Bergwerksbetrieb und die Verarbeitung der Bergwerksprodukte lassen Abwässer mit mehr anorganischen Stoffen entstehen. Die Abwässer von Salinen und Chlorkaliumfabriken führen große Mengen von Kochsalz und Chlormagnesium mit sich, Gasfabriken und Kokereien führen den Flüssen Cyanverbindungen, Schwefelkalzium, Teer, Phenol, Ätzkalk u. dgl. zu.

[1]) Diese werden der Zusammengehörigkeit halber teilweise schon an dieser Stelle behandelt. (Vgl. im übrigen S. 448.)

2. Die Verunreinigung der Gewässer durch Abwasser.

Neben einer hygienisch einwandfreien Wasserversorgung ist eine systematische Entwässerung der Ortschaften von größter sanitärer Bedeutung. Diese Bedeutung steigt naturgemäß mit der Größe der Städte, sie bildet bei großen Gemeinwesen geradezu eine Lebensfrage. Beobachtung und Statistik zeigen, daß mit der Einführung einer geordneten Entwässerung nicht nur die Sterblichkeit an gewissen Infektionskrankheiten, im besondern Typhus, zurückgeht, sondern auch die Gesamtsterblichkeit. Sie haben auch an einzelnen Städten gezeigt, daß die Einführung der zentralen Wasserversorguug allein diesen Erfolg nicht verbürgt, daß vielmehr erst dann eine auffallende Besserung der Morbiditäts- und Mortalitätsverhältnisse zu verzeichnen ist, wenn der Veiseuchung des Untergrundes durch die Kanalisation ein Ziel gesetzt ist.

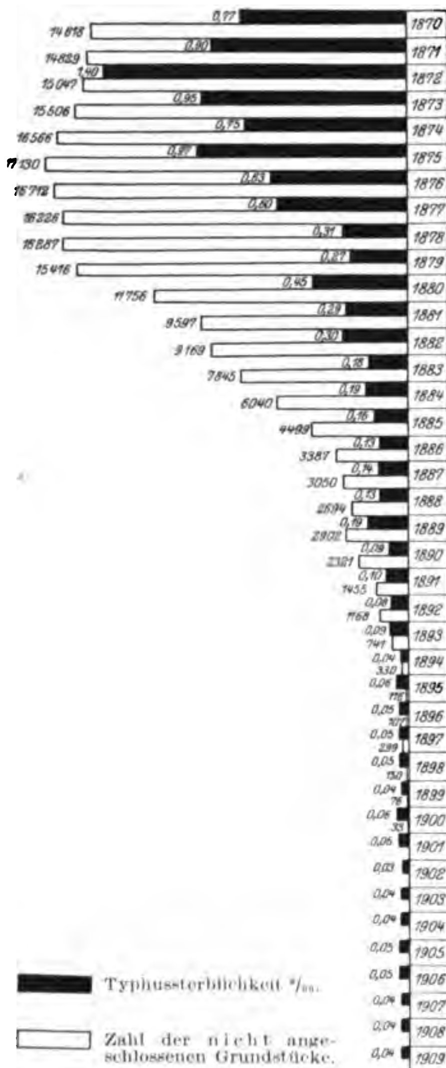


Abb. 173. Zusammenhang zwischen Typhus-Sterblichkeit und der Anzahl der an die Kanalisation nicht angeschlossenen Grundstücke in Berlin seit 1870.
(Nach einer Darstellung im Verwaltungsbericht des Berliner Magistrats vom Jahre 1910.)

Beispiele hierfür liefern u. a. die Städte Berlin, Hamburg, München. Die Abb. 173 zeigt in besonders instruktiver Weise, wie in Berlin mit der Abnahme der an die Kanalisation nicht angeschlossenen Grundstücke auch eine Abnahme der Typhussterblichkeit Hand in Hand geht. Es ist zwar nicht angängig, derartige Erfolge allein auf die Kanalisation zu schieben, da auch andere Einflüsse in der Lage sind, eine Stadt gesund zu machen, trotzdem darf zweifellos auf das Konto einer geordneten Entwässerung ein guter Teil der erzielten Erfolge verbucht werden.

Die übermäßige Verunreinigung der Flüsse durch Abwässer läßt sich nicht durch schematisch getroffene Maßnahmen verhindern, vielmehr müssen die jeweiligen Verhältnisse von Fall zu Fall geprüft werden.

Als Gesichtspunkte für die Beurteilung dieser Verhältnisse kommen in Betracht:

1. Art und Menge der Abwässer,

2. Wasserführung des Vorfluters, Beschaffenheit seines Wassers und die Größe seines Selbstreinigungsvermögens,

3. Inanspruchnahme des betreffenden Flußwassers durch die Unterlieger für wirtschaftliche Zwecke. Dabei ist zu beachten, wie weit die nächsten Unterlieger von der Einmündungsstelle der Abwässer entfernt sind.

Zu 1. In der folgenden Tabelle ist der Gehalt einiger Abwasserarten an den wichtigsten durch die Analyse feststellbaren Bestandteilen in Milligrammen für das Liter auf Grund zahlreicher Einzelerfahrungen angegeben. Wirkliche Mittelwerte lassen sich nicht bilden, da die Konzentration der Abwässer durch die verschiedensten Umstände beeinflußt wird.

Laufende Nr.	Abwasserart		1 Liter enthält (verbraucht) Milligr.					Bakteriengehalt in 1 ccm
			Suspendierte Stoffe	Im filtrierten Wasser: Gesamt-Abdampfrückstand	Chlor	Gesamtstickstoff	zur Oxydation Kal. permang.	
1.	Dünne	städt. Abwässer[1])	bis 500	bis 500	bis 100	bis 40	bis 200	Hunderttausende bis Millionen
2.	Mittelstark konzentrierte	städt. Abwässer[1])	bis 1000	bis 1000	bis 150	bis 80	bis 300	Einige Millionen
3.	Konzentrierte	städt. Abwässer[1])	über 1000	über 1000	über 150	über 80	über 300	Mehrere Millionen
4.	Zuckerfabrikabwasser (Beispiel[2])		200	700	80	30	800	Zwei Millionen
5.	Kocherablauge einer Sulfitzellstoffabrik[3])		—	100000	50	—	240000	—
6.	Abwasser a. d. Karnallitverarbeitung einer Chlorkaliumfabr. Endlauge.[3])		—	—	300000	—	—	—

Die Abwässer unter 1—4 zersetzen sich von selbst unter Fäulnis- und Gärungserscheinungen, das Abwasser unter 5 zersetzt sich in konzentriertem Zustande trotz des ungemein hohen Gehaltes an organischen Stoffen nicht, sondern erst bei stärkerer Verdünnung. Das Abwasser unter 6 ist völlig unzersetzlich, es stellt eine reine Salzlauge vor.

Ein häufig bei der Beurteilung der Verhältnisse nicht genügend berücksichtigter Umstand ist die Menge und damit die Konzentration der städtischen Abwässer. Beide hängen im wesentlichen vom Wasserverbrauch ab. Auf den Kopf der Bevölkerung und den Tag gerechnet schwankt die Abwässermenge (beim Mischsystem der „Trockenwetter-

[1]) Zum Teil Angaben aus der Preuß. Landesanstalt für Wasserhygiene.
[2]) Nach J. König. Zahlen stark abgerundet.
[3]) Beispiel. Die Zusammensetzung dieser Abwässer schwankt übrigens weniger. Abgerundete Zahlen.

abfluß") in deutschen Städten etwa zwischen 60 und 300 Litern (vgl. S. 416). Die Annahme, daß die Menge des Verbrauchs des Wassers aus der zentralen Wasserleitung sich mit der Abwässermenge deckt, ist aber nicht immer richtig; häufig ist letztere nicht unerheblich größer als erstere durch Zutritt von Wasser aus anderen Quellen (Privatbrunnen, Industriewasser).

Zuckerfabriken, welche nach dem Diffusionsverfahren arbeiten, verbrauchen für je 1000 Zentner Rüben etwa 750 cbm Wasser[1]).

In Sulfitzellstoffabriken entfallen auf 1000 kg fertige, lufttrockene Zellulose etwa 7,5 cbm Ablauge, in Chlorkaliumfabriken auf je 1000 dz Karnallit etwa 50 cbm Endlauge.

Zu 2. Kennt man die Abwassermenge und die Wasserführung des Vorfluters, so läßt sich das Verdünnungsverhältnis berechnen. Allerdings muß dabei berücksichtigt werden, daß die Abwässer gewöhnlich nicht gleichmäßig abfließen, sondern daß Schwankungen im Verlauf eines Tages, der Woche und nach Jahreszeit und Witterung vorhanden sind, andererseits auch die Wasserführung des Vorfluters wechselt.

Gewöhnlich rechnet man die Verdünnung für den ungünstigsten Fall aus: Niedrigwasser der Vorflut und größte stündliche Abflußmenge des Abwassers. Letztere wird gewöhnlich zu 10% der Tagesmenge angenommen.

Als Beispiele für die Wasserführung einiger deutscher Flüsse mögen folgende Angaben dienen:

	Sek./cbm	
	M. W.[2])	N. N. W.[3])
Rhein bei Kehl	956	340
Rhein „ Mainz	1400	450
Main bei Hanau	165	41
Weser bei Hoya	175	47
Elbe bei Dresden	270	55
Spree bei Berlin	43	10
Oder bei Küstrin (ohne Warthe)	292	62
Weichsel vor der Stromteilung	870	271

Nach v. Pettenkofer sollte im allgemeinen schon eine Verdünnung von 1 Teil städtischem ungereinigtem Abwasser mit 15 Teilen Flußwasser genügen, um eine nicht mehr belästigende Mischung herzustellen. Dieser Grad der Verdünnung ist aber in den meisten Fällen viel zu niedrig gegriffen, da 1 Teil häusliches, ungereinigtes Abwasser mittlerer Konzentration erst bei einer Verdünnung mit etwa 30 Teilen reinen Wassers seine Fäulnisfähigkeit einzubüßen pflegt, und das zur Verdünnung dienende Flußwasser häufig schon verunreinigt ist.

Wohl zu unterscheiden ist zwischen der Verunreinigung durch die ungelösten und die gelösten Bestandteile des Abwassers. Erstere führen

[1]) Bei neueren Verfahren wird ein großer Teil der Abwässer in den Betrieb zurückgenommen (S. 449).
[2]) Mittelwasser.
[3]) Niedrigstes Niederwasser.

zur Schlammablagerung im Flusse, letztere reichern das Wasser selbst mit zersetzlichen oder sonstigen Stoffen an. Soweit städtische Abwässer in Frage kommen, vermag sich ein Fluß der gelösten Abwasserbestandteile viel besser zu entledigen, als der ungelösten. Es ist also ganz allgemein auf die Beseitigung dieser letzteren vor Einleitung in den Fluß besonderes Gewicht zu legen, zumal die suspendierten Schmutzteilchen die Hauptträger der Bakterien sind. In Betracht kommt allerdings, daß ein Teil der gelösten, zersetzlichen Substanzen sich in kolloidalem Zustand befindet, d. h. nur scheinbar gelöst ist. Unter besonderen, im einzelnen noch nicht völlig aufgeklärten Verhältnissen scheiden sich diese kolloidal gelösten Schmutzstoffe erst nachträglich im Flusse aus. Das ist vor allem zu besorgen beim Zusammentreffen von städtischen und gewissen gewerblichen Abwässern.

Die Schlammbankbildung in Flüssen ist eine ungemein lästige Erscheinung. Nicht zu verwechseln mit diesem oft in faulige Zersetzung übergehenden Abwasserschlamm sind jene schlammartigen Massen, welche aus absterbenden kleinen pflanzlichen und tierischen Lebewesen entstehen. Sie bilden sich vorwiegend in stagnierenden oder sehr träge fließenden Gewässern.

Ein Flußwasser hat nur so lange die Fähigkeit, sich gewisser Mengen von Schmutzstoffen durch Selbstreinigung zu entledigen, solange es noch einen gewissen Vorrat an gelöstem Sauerstoff besitzt. Das Flußwasser atmet gleichsam. Die Größe des Sauerstoffgehaltes steigt im allgemeinen mit der zunehmenden Reinheit des Wassers. Der Gehalt eines Flußwassers an gelöstem Sauerstoff bzw. der Sauerstoffschwund, welchen ein Flußwasser beim längeren Aufbewahren in völlig gefüllter, verschlossener Flasche erleidet, ist daher eines der wichtigsten Merkmale für die Zulässigkeit seiner Belastung mit zersetzungsfähigem Material (vgl. Untersuchungsmethoden). Man hat daher auch versucht, Grenzzahlen aufzustellen und z. B. verlangt, der Sauerstoffgehalt eines Flußwassers solle 70 % des Sättigungswertes nicht unterschreiten. Doch ist dieser Wert nicht allgemein anerkannt worden.

Demnächst ist für die Beurteilung der Verhältnisse wichtig der biologische Befund, d. h. die Prüfung der vorhandenen Mikrofauna und -Flora im Wasser, des sog. Planktons[1]). In stark verunreinigtem Wasser finden wir Schizomyzeten, Flagellaten, Ciliaten, ferner typische Abwasserpilze wie Sphaerotilus natans usw. Der Bakteriengehalt des Wassers ist hier gewöhnlich hoch und kann mehrere Hunderttausend pro Kubikzentimeter erreichen. In der schon reineren Übergangszone werden häufig Diatomeen, Ciliaten, Rädertiere u. dgl. in größerer Zahl beobachtet, von denen die beiden letztgenannten ausgesprochene „Bakterienfresser" sind. Der Bakteriengehalt kann in dieser Zone immer noch mehrere Zehntausend im Kubikzentimeter betragen.

Nach vollendeter Selbstreinigung wird das Plankton fließender Gewässer meist spärlicher, der Bakteriengehalt sinkt gewöhnlich auf einige Hundert im Kubikzentimeter. In ruhendem Seewasser liegen die Verhältnisse etwas anders.

Außer dem Plankton ist auch der Besatz des Bodens und Ufers mit Organismen charakteristisch.

[1]) Nur die belebten Schwebestoffe pflegt man als „Plankton" zu bezeichnen; belebte und unbelebte Schwebestoffe zusammen werden „Seston" genannt.

Die Trübung des Wassers braucht nicht notwendigerweise auf eine Verunreinigung hinzuweisen, namentlich nach vorausgegangenen stärkeren atmosphärischen Niederschlägen.

Die Selbstreinigungskraft eines Gewässers ist individuell verschieden nach Zusammensetzung des Wassers, Stromgeschwindigkeit usw. Ist die Belastung mit Schmutzstoffen mäßig, so ist die Selbstreinigung in stehenden flachen Gewässern durch die Lebenstätigkeit niederer Tiere und Pflanzen oft größer als im strömenden Wasser. Die Selbstreinigungskraft von salzigem oder brakigem Wasser (Abwässerbeseitigung von Küstenstädten) ist etwas geringer zu veranschlagen als die von Süßwasser. Hier kommt es auch leicht zur Ausfällung von kolloidalen Abwasserbestandteilen und damit zur Schlickbildung.

Zu 3. Für die Beurteilung der Zulässigkeit von Schmutzwässereinleitungen ist die Frage natürlich besonders wichtig, ob und zu welchen Zwecken das Wasser des Flusses von den Anliegern weiter abwärts benutzt wird.

Ungereinigtes Flußwasser ist zwar zur Trinkwasserversorgung unbrauchbar, aber nach vorgenommener Filtration wird auch jetzt noch das Wasser von Flüssen und Seen von manchen deutschen Städten (Bremen, Hamburg, Magdeburg, Schwerin) als Trinkwasser benutzt.

Da durch die übliche Reinigung mittels Sandfiltration (S. 405) die Schwebestoffe einschließlich der meisten Bakterien zwar entfernt, die gelösten Stoffe aber entweder gar nicht oder nur in geringem Maße verändert zu werden pflegen, so darf die Verunreinigung eines Wassers, das zu Trinkzwecken dienen soll, nicht durch Stoffe solcher Art und in solchem Umfange erfolgen, daß sie ekelerregend wirkt; sie darf ferner dem Wasser keinen spezifischen Geschmack und Geruch verleihen. In ersterer Beziehung sind große Mengen häuslicher Abwässer, bevor dieselben auf dem Wege der Selbstreinigung vom Flusse „verdaut" worden sind, in letzterem Falle z. B. Abwässer aus Chlorkalium- und Zuckerfabriken besonders bedenklich.

Die Strecke, welche ein Gewässer zur Erzielung der Selbstreinigung braucht, muß jeweils durch besondere Untersuchungen bestimmt werden.

3. Feste Abfallstoffe.

Unter Hausmüll versteht man die festen Abfallstoffe des menschlichen Haushaltes mit Ausnahme gewerblicher Abfälle und der Tierexkremente.

Hausmüll setzt sich daher zusammen aus: Asche aus Haus- und Küchenfeuerung, Stubenkehricht, Küchenabfällen, Speiseresten und ausgesonderten Gebrauchsgegenständen aller Art (Sperrstoffe).

In größeren Städten kann man die Hausmüllproduktion pro Kopf und Tag auf 0,5 kg veranschlagen. In der kalten Jahreszeit ist die Menge infolge des erhöhten Ascheanfalls etwas höher. Im übrigen rechnet man gewöhnlich den Anteil der Asche am Hausmüll zu 70%.

Die verschiedenen Bestandteile des Mülls sind hygienisch verschieden zu beurteilen. Als Stauberzeuger ist hauptsächlich Asche und Stubenkehricht lästig, Küchenabfälle repräsentieren das fäulnisfähige Material. Infektionsverdächtig sind stets Stubenkehricht und die ausgesonderten Gebrauchsgegenstände.

Werden, wie gewöhnlich, die Bestandteile des Mülls durcheinander gemischt, so kommen diesem Mischmüll alle oben genannten Eigenschaften zu. Diese rechtfertigen ohne weiteres die Forderung nach möglichst schleuniger Entfernung aus dem Bereiche der Wohnstätten, zumal bei einer dicht gedrängt wohnenden Bevölkerung und in der warmen Jahreszeit. Weiteres s. S. 452.

Die aus den Gewerbebetrieben herrührenden festen Abfallstoffe sind ihrer Art und Menge nach natürlich sehr wechselnd. Es kann auf sie daher hier nicht näher eingegangen werden. Tierkadaver und menschliche Leichen unterliegen rasch der fauligen Zersetzung und beherbergen außerdem häufig pathogene Keime. Fäulniserscheinungen an Leichen beginnen meist schon am zweiten oder dritten Tage nach dem Tode. Auch ihre rasche Beseitigung ist daher geboten. (Vgl. S. 456 u. 458.)

D. Die Methoden der zentralen Abwasserreinigung.

Die folgenden Ausführungen beziehen sich zunächst nur auf häusliche (städtische) Abwässer ohne erhebliche Beimengung industrieller Abgänge. Sie sollen nur allgemeine Richtlinien geben. (Vgl. S. 428.)

Durch die Reinigung können

1. die groben Schwimm- und Sinkstoffe beseitigt,
2. auch die feineren Schwebestoffe entfernt,
3. die Abwässer fast oder völlig fäulnisunfähig gemacht und
4. auch von der Hauptmenge der Bakterien befreit werden.

Das unter 1. genannte Verfahren muß in jedem Falle Platz greifen. Geht die Reinigung weiter, so dient das Verfahren zur „Vorreinigung".

Das unter 2. genannte Verfahren wird überall dort Anwendung finden müssen, wo der Vorfluter zwar über genügende Wassermassen für hinreichende Verdünnung verfügt, wo aber wegen geringer Stromgeschwindigkeit des Flusses oder aus sonstigen Gründen die Bildung von Schlammablagerungen im Flusse aus den Schwebestoffen der Abwässer zu befürchten ist.

Das unter 3. genannte Verfahren hat Anwendung zu finden bei kleinen Vorflutern und auch bei größeren ohne erheblichen Wasserwechsel (z. B. kanalisierte mit Stauwehren versehene Flüsse), sofern der Vorfluter nicht den Charakter eines gewöhnlichen Abwassergrabens hat, der durch unbewohntes Gelände verläuft. Aber selbst hier ist wegen sekundärer Verschlammung bei mangelhaftem Gefälle eine Reinigung bis nahe zur Fäulnisunfähigkeit anzustreben.

Das 4. Verfahren endlich wird man dort anwenden müssen, wo der Vorfluter nur eine mäßige Wasserführung besitzt und bewohntes Gelände durchschneidet, innerhalb dessen sein Wasser direkt oder indirekt zur Wasserversorgung benutzt wird. Auch die Verwendung des Flußwassers zu Badezwecken bedarf der Berücksichtigung.

1. Beseitigung der groben Sink- und Schwimmstoffe.

Die Beseitigung der groben Sink- und Schwimmstoffe erfolgt durch sog. Sandfänge und durch Grobrechen.

Die Anordnung ist gewöhnlich derart, daß vor dem Sandfang ein Grobrechen angebracht wird, um die Schwimmstoffe zurückzuhalten.

Der Sandfang besteht meist in einer Verbreiterung und Vertiefung des Sammelkanals, durch welche die Geschwindigkeit des Wassers so weit vermindert wird, daß schwerere Sinkstoffe, wie Sand u. a., sich ausscheiden, während die Schwebestoffe weiter schwimmen. Sand wird bei Strömungsgeschwindigkeiten unter 100 mm in der Sekunde stets abgelagert. Der Abstand der Grobrechenstäbe voneinander beträgt meist 8—15 mm.

Aus dem Sandfang werden die abgelagerten Massen durch Baggerwerke u. dgl. herausgehoben. Die Rechen werden durch Harken, Kämme, Bürsten usw. von den angeschwemmten Stoffen gereinigt.

Die Reinigung durch Grobrechen und Sandfänge erfolgt hauptsächlich aus ästhetischen Gesichtspunkten. Sie soll verhüten, daß unappetitliche gröbere Stoffe in das Flußwasser gelangen.

2. Rechen- und Siebanlagen.

Will man den Reinigungseffekt erhöhen, so werden hinter dem Sandfang Rechen- oder Siebapparate eingebaut, deren Stababstand

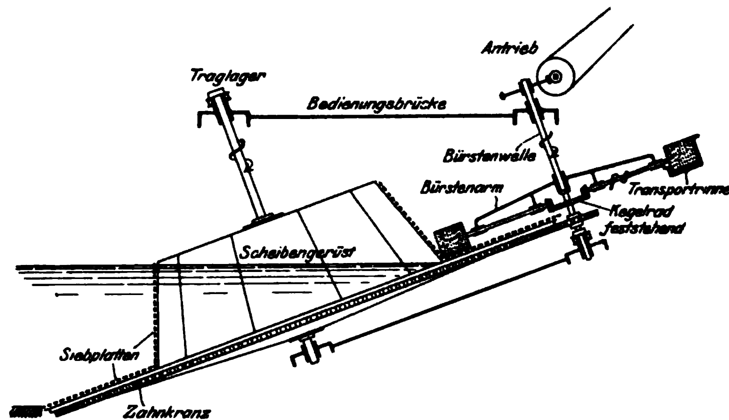


Abb. 174. Separatorscheibe. (Nach Riensch.)

bzw. Maschenweite geringer ist und mit denen es gelingt, suspendierte Stoffe bis zu 2 mm Durchmesser und weniger abzufangen.

Zur Erreichung dieses Zieles sind eine ganze Reihe von mehr oder minder komplizierten Konstruktionen angegeben worden, von welchen verschiedene schon ihre Brauchbarkeit erwiesen haben. Bewegliche Rechen erfordern motorischen Antrieb.

Als Beispiele seien genannt: die Separatorscheibe „Patent Riensch" (Maschinenfabrik W. Wurl, Berlin-Weißensee, Abb. 174), welche schräg in das Abwasserzuflußgerinne gelagert ist, Schlitzöffnungen von 1—5 mm Weite hat und die abgefangenen Schmutzstoffe außerhalb des Wassers durch Bürsten entfernt. Sie ist z. B. in Dresden eingeführt. Da durch die rotierenden Bürsten die abgefangenen Schmutzstoffe leicht wieder durch die Schlitzöffnungen hindurchgepreßt werden, also in zerkleinertem Zustande von neuem in das Abwasser hineingeraten, so sind Siebtrommeln, bei welchen die abgefangenen Stoffe von der Rückseite des Siebes her mittels Druckluft abgeblasen werden (Windschild) oder von den in aufrechter Stellung gebrachten Siebflächen fast von selbst

abfallen (Geigersches Siebschaufelrad, Abb. 175) oft vorzuziehen. Auch durch Druckwasser können die Stoffe entfernt werden. Ältere Konstruktionen sind: Bandrechen, Flügelrechen usw. oder, nach ihrer ersten Anwendung in gewissen Städten genannt, Hamburger Rechen, Frankfurter Rechen usw.

Vor der Wahl solcher Abwasserreinigungsanlagen ist zu prüfen, ob die Apparate betriebssicher sind, d. h. ob sie nicht infolge zu komplizierten Baues leicht Betriebsstörungen erleiden.

Die Menge der Schmutzstoffe, welche mit solchen Apparaten aus dem städtischen Abwasser herausgeholt werden kann, ist gewöhnlich nicht sehr bedeutend. Oft beträgt sie nur etwa 10 $^0/_0$ der gesamten Schwebestoffe. Selbst gut durchkonstruierte Apparate dieser Art arbeiten daher gewöhnlich etwas teuer.

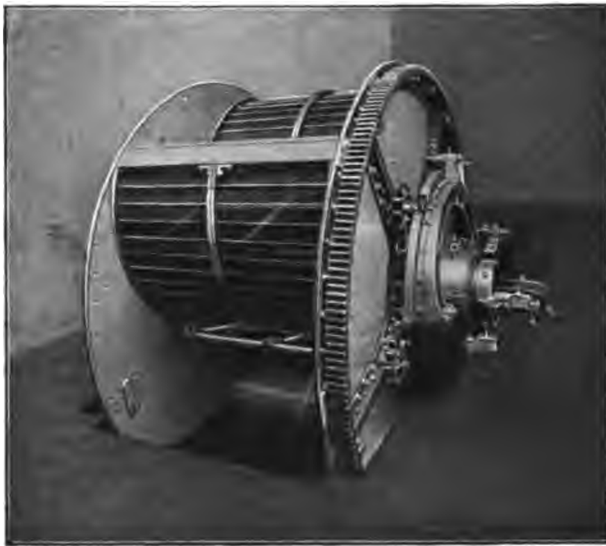


Abb. 175. Siebschaufelrad. (System Geiger-Karlsruhe.)

Die herausgehobenen Schwimm-, Schwebe- und Sinkstoffe müssen abgefahren werden. Sie dienen landwirtschaftlicher Verwertung oder werden verbrannt.

3. Klärbecken, Klärbrunnen, Klärtürme.

Bei der Anwendung dieser Verfahren ist folgendes zu bedenken:

1. Von den im städtischen Abwasser befindlichen abfiltrierbaren Schwebestoffen ist auch bei stundenlanger Ruhe ein gewisser Teil (etwa 20 $^0/_0$) nicht absitzfähig. Auf die Ausscheidung dieses Teils muß also von vornherein verzichtet werden.

2. Mit abnehmender Klärgeschwindigkeit nimmt die Dauer des Aufenthaltes des Abwassers im Klärbecken zu und damit, wenigstens in der warmen Jahreszeit, die Gefahr, daß das Abwasser in Fäulnis übergeht.

3. Mit abnehmender Klärgeschwindigkeit nimmt auch der Wassergehalt des abgesetzten Klärschlammes zu, seine Beseitigung wird hierdurch erschwert. Fault der Schlamm bei dem langen Aufenthalt im

Becken, so wird er in offenen Klärbecken durch die Gasentwicklung leicht an die Oberfläche getragen und der Kläreffekt gestört.

4. Es muß bei den gewöhnlichen Klärverfahren (Absitzverfahren mit Frischwasserklärung) durchaus vermieden werden, daß das dem Klärbecken entströmende Wasser bereits fault. Deshalb soll das Abwasser im allgemeinen nicht länger als zwei Stunden im Becken verweilen und die Klärgeschwindigkeit nicht unter 10 mm in der Sekunde sinken. Oft kann schon mit 20 und 40 mm Klärgeschwindigkeit ein befriedigendes Ergebnis erzielt werden.

Für gewöhnliche Klärbecken gelten etwa folgende Grundsätze: Die Beckengröße (Breite) richtet sich nach der anfallenden Abwassermenge und der Klärgeschwindigkeit. Die Länge der Becken sollte tunlichst 40 m nicht überschreiten, die mittlere Tiefe nicht über 2 m hinausgehen. Am Beckeneinlauf ist zweckmäßig ein Schlammsumpf anzuordnen. Die Beckensohle kann nach dem Abfluß zu ansteigen, die Beckenbreite nach dem Ablauf hin zunehmen. Tauchbretter am Beckenausgang müssen das Abtreiben von Schlammfladen verhindern. Sobald der Schlamm auf-

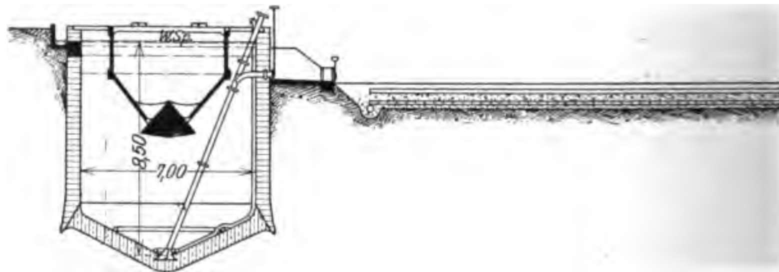


Abb. 176. Durchschnitt durch einen Emscherbrunnen. (System Imhoff.)

zutreiben beginnt, müssen die Becken ausgeschaltet, das Wasser abgepumpt und die Schlammassen entfernt werden.

Durch Klärbeckenbehandlung können etwa 60—70% der Schwebestoffe dem Abwasser entzogen werden.

Ein Kubikmeter Abwasser liefert durchschnittlich 3 Liter Schlamm mit einem Wassergehalt von 90—95%. Dieser Schlamm ist dünnflüssig, geht an der Luft in Fäulnis über und trocknet außerordentlich langsam, da er infolge seiner kolloidalen Beschaffenheit das Wasser zähe festhält. Zu seiner Trocknung werden also sehr große Flächen gebraucht. Erst bei einem Wassergehalt von 70%, d. h. wenn sein Volumen sich auf $^1/_3$ verringert hat, wird er stichfest. Diese Art der Schlammbeseitigung führt namentlich in der heißen Jahreszeit zu großen Geruchsbelästigungen. Man hat die Entwässerung des Schlammes daher auch mittels Filterpressen und durch Schlammschleuderapparate angestrebt. Letzteres Verfahren ist im allgemeinen vorzuziehen. In Frankfurt a. M. beispielsweise wird der durch Zentrifugen entwässerte Schlamm mit Müll zusammen verbrannt.

Die Unzuträglichkeiten, die mit der Schlammbeseitigung beim einfachen Klärbeckenbetrieb verbunden sind, haben zu Konstruktionen geführt, bei welchen man den Schlamm in besonderen Teilen der Kläranlage, vom frischen Abwasser getrennt, sich zersetzen läßt. Solch zersetzter Schlamm ist schwarz durch Schwefeleisenbildung, von alkalischer Reaktion und nur leicht modrigem Geruch, also inoffensiv.

Eine ganze Reihe von Konstruktionen sind für die mit getrennter Schlammzersetzung arbeitenden Frischwasserkläranlagen angegeben

worden. Bei der einen Gruppe befinden sich die Schlammräume unter dem Absitzraum (Travisbecken, Emscherbrunnen, Stiagverfahren), bei der anderen Gruppe liegen die Schlammräume abgetrennt seitlich vom Absitzraum (Neustadter Becken, Försterbrunnen usw.). Auf die verschiedenen Systeme, ihre Vorzüge und Nachteile kann hier nicht eingegangen werden. Beispielshalber soll nur das von **Imhoff** konstruierte Klärbecken, auch kurz **Emscherbrunnen** genannt, kurz besprochen werden. Die Abb. 176 und 177 stellen einen Emscherbrunnen im Durchschnitt und in der Gesamtansicht dar.

Das mit Schlamm beladene Abwasser nimmt (vgl. Abb. 176) seinen Weg durch den mit starken Linien in der Abbildung begrenzten Absitzraum in senkrechter Richtung zur Bildfläche. Während der Durchflußzeit trennen sich die Schlammteile vom Wasser, sinken zu Boden, gleiten an den schrägen Bodenflächen des



Abb. 177. Emscherbrunnen (Gesamtansicht).

Absitzraums herunter und kommen durch die an der tiefsten Stelle liegenden Schlitze in den darunter liegenden Schlammraum. Die Klärung verläuft also genau ebenso wie bei jedem anderen Absitzverfahren, nur wird sie weniger gestört, als es sonst gewöhnlich geschieht, weil der Schlamm, sobald er sich einmal ausgeschieden hat, schnell und vollständig von dem im Klären begriffenen Abwasser abgesondert wird.

In dem Schlammraume sammelt sich also der Schlamm an. Es wird grundsätzlich vermieden, Wasser durch diesen Schlammraum fließen zu lassen. Schon bald, nachdem der Schlamm in den Schlammraum gekommen ist, beginnen dort **biologische Vorgänge der Zersetzung**. Nach außen zeigen sich diese Vorgänge dadurch, daß Gase aufsteigen. Diese entstehen durch die Zersetzung der organischen Substanzen des Schlammes. Die Gase spielen bei den inneren Vorgängen des Emscherbrunnens insofern eine wichtige Rolle, als sie die Schlammmassen in Bewegung erhalten. Durch sie treibt der Schlamm zum Teil auf und bildet außen seitlich von dem Absitzraum eine Schwimmdecke. Die Bauart des Brunnens sorgt dafür, daß der Schlamm in den Absitzraum selbst nicht wieder eindringen kann.

Um eine gründliche Zersetzung des Schlammes zu erzielen, bedarf es erst einer gewissen Einarbeitung der Anlagen. Ist diese erfolgt, so zersetzt sich der Schlamm normalerweise fast nur unter Methan- und Kohlensäureentwicklung. Schwefelwasserstoff fehlt fast ganz. Bei Störungen des Betriebes kommt es allerdings gelegentlich auch zu abnormen Zersetzungsvorgängen, z. B. saurer Gärung der Schlammassen, dadurch bedingter Zersetzung des Schwefeleisens und Schwefel-

wasserstoffbildung. Eine Gesundung der Anlage ist dann gewöhnlich durch Ablassen des Schlammes, Beimischung von Kalk u. dgl. möglich. Schlamm aus Absitzbecken mit unten liegendem Zersetzungsraum enthält etwa 75% Wasser.

Der in den Schlammräumen angesammelte Schlamm wird von Zeit zu Zeit entleert. Nach Öffnung eines Schiebers läuft er durch den Druck des Abwassers von selbst heraus. Der so zersetzte Schlamm trocknet auf drainierten Schlammplätzen (Abb. 178) innerhalb kurzer Zeit, ohne Geruchsbelästigungen zu erzeugen. Hat sich sein Wassergehalt auf etwa 60% vermindert, so ist er stichfest und kann leicht transportiert werden. Er dient, trotz des durch die Zersetzung verminderten Düngewertes, für landwirtschaftliche Zwecke oder zum Auffüllen von Gelände. Eine Verbrennung oder Vergasung kommt bei dem zersetzten Schlamm weniger in Frage. (Vgl. unter Kohlebreiverfahren.) Von den absetzbaren Schwebestoffen des Abwassers werden im Emscherbrunnen etwa 75—95 Volumprozent zurückgehalten.



Abb. 178. Schlammtrockenplätze der Kläranlage Essen.

Die Emscherbrunnen sind im allgemeinen 9—12 m tief. Die Beckensohle ist bei ihnen aus bautechnischen Gründen in Schlammbrunnen aufgelöst. Bei anderen Konstruktionen, bei welchen die Schlammzersetzungsräume neben dem Absitzraume liegen, kommt man mit geringeren Tiefen aus.

Beabsichtigt man, die oft recht fettreiche Schwimmschicht von der Sinkschicht zu trennen, um den Fettgehalt der ersteren zu verwerten, so kann man die sog. Kremer-Apparate benutzen. Das Prinzip dieser Apparate läßt sich auch mit dem der Emscherbrunnen kombinieren.

An Stelle der in den Boden versenkten Klärbrunnen lassen sich auch Klärtürme verwenden. Sie stellen im wesentlichen eine schmiedeeiserne Glocke vor, deren unterer Rand durch das zufließende Abwasser luftdicht abgeschlossen ist. Durch Evakuieren der Glocke läßt man das Abwasser zunächst in die Höhe steigen und dann durch eine Heberleitung absaugen. Der Schlamm setzt sich auf der Brunnensohle ab. Bekannte Systeme dieser Art sind von Rothe, Merten u. a. angegeben.

4. Klärung unter Zuhilfenahme chemischer Mittel.

Klärbrunnen und Klärtürme sind die bevorzugte, wenn auch nicht ausschließliche Form der Kläranlagen für den Fall, daß man dem

Abwasser Chemikalien zumischt, um eine starke Ausflockung zu erzielen. Diese Art der Klärung wird besonders bei der Reinigung gewerblicher Abwässer angewendet oder bei städtischen Abwässern, denen gewerbliche Abwässer in größeren Mengen beigemischt sind.

Als Klärmittel kommen in Betracht Eisensulfat, oft in Verbindung mit Ätzkalk, und Aluminiumsulfat, ferner fein gemahlene Braunkohle (Rothe-Degenersches Kohlebreiverfahren) meist in Verbindung mit schwefelsaurer Tonerde.

So wurden z. B. in der Kläranlage in Spandau für 1 cbm Abwasser 500—1000 g Kohle und 150 g schwefelsaure Tonerde verwendet, in der Kläranlage in Köpenick 1,5 kg Braunkohle und 250 g Tonerde.

Der Zusatz von Ätzkalk hält zunächst — abgesehen von der ausfällenden Wirkung — durch Schaffung einer starken alkalischen Reaktion die Fäulnis des Abwassers hintan. Wird das gereinigte Abwasser aber nicht hinreichend verdünnt, so kommt es leicht in der Vorflut nach Umwandlung des Ätzkalkes in kohlensauren Kalk zu sekundären Fäulniserscheinungen.

Die durch chemische Zusätze erzeugten Schlammengen sind meist sehr voluminös und werden dadurch lästig. Abgesehen vom Schlamm des Kohlebreiverfahrens sind sie außerdem wertlos. Der Kohlebreischlamm läßt sich nach dem Entwässern durch Filterpressen, Drainage oder Zentrifugieren verbrennen oder vergasen.

Kohlebreikläranlagen arbeiten nahezu geruchlos und können daher auch innerhalb bewohnter Stadtbezirke errichtet werden.

Von Rohland wurde die Reinigung des Abwassers durch Zusatz von Ton befürwortet („Kolloidtonreinigungsverfahren").

Eine sichere Abtötung pathogener Bakterien durch die üblichen Chemikalienzusätze ist nicht anzunehmen, da z. B. der Ätzkalkzusatz höchstens $^1/_2{}^0/_{00}$ zu betragen pflegt, doch werden große Mengen von Bakterien mechanisch aus dem Abwasser in den Schlamm hineingerissen. Hier ist ihr rasches Absterben wahrscheinlich.

5. Faulverfahren.

Beim Faulverfahren bleiben Abwasser und Schlamm so lange beisammen, daß auch das Abwasser in Fäulnis gerät. Neben die Reinigung des Abwassers durch Sedimentierung tritt hier also die Reinigung durch Aufschließen der kolloidal gelösten Schmutzstoffe durch die Tätigkeit von anaeroben Mikroorganismen und von Enzymen. Die Eiweißverbindungen gehen in Amidoverbindungen über, Schwefelwasserstoff und andere riechende Verbindungen treten auf. Die Zellulose zersetzt sich unter Methanbildung (vgl. auch S. 89). Die auftreibenden Schlammfladen bilden eine mehr oder minder dicke Schwimmdecke. Die Vorgänge entsprechen zum Teil den bei der Schlammzersetzung in Emscherbrunnen und dgl. beobachteten. Das Abwasser selbst verliert, wie beim reinen Absitzverfahren, etwa 60—70 $^0/_0$ seiner Schwebestoffe, es wird aber selbst homogener und ärmer an oxydablen Substanzen. Durch Schwefeleisenbildung nimmt es eine schwarze Farbe an. Der Gehalt an Schwefelwasserstoff und Schwefeleisen verbietet gewöhnlich die unmittelbare Einleitung von Faulraumabflüssen in kleinere Gewässer wegen zu befürchtenden Fischsterbens und drohenden Pilzwucherungen. Das Faulverfahren ohne Angliederung eines anderen Reinigungsverfahrens für

sich allein wird daher selten angewandt. Die Annahme, daß durch das Faulverfahren Infektionserreger abgetötet werden, ist nur in beschränktem Umfange zutreffend. Immerhin leistet es in dieser Beziehung mehr als das einfache Absitzverfahren, das —abgesehen von der mechanischen Niederschlagung der an Schwebestoffen haftenden Mikroben — die Krankheitserreger ziemlich unbeeinflußt läßt.

Beim Faulverfahren läßt man das Abwasser meist etwa 24 Stunden in der Anlage sich aufhalten. Das Wasser fault in dieser Zeit nur an. Um durch Ausfaulen vollständig inoffensiv zu werden, müsste der Aufenthalt, je nach den Temperaturverhältnissen, einige bis mehrere Wochen betragen.

Hinsichtlich des Schlammes kann auf die Verhältnisse bei den Emscherbrunnen hingewiesen werden.

Die Faulräume werden zweckmäßig in doppelter Anzahl und überdeckt hergestellt.

Über die Benutzung des Faulverfahrens bei Kläranlagen für einzelne Häuser vgl. S. 424.

6. Reinigung unter Zuhilfenahme biologischer Vorgänge.

Das Kohlebreiverfahren gehört eigentlich schon zu denjenigen Methoden, mit deren Hilfe Abwässer fäulnisunfähig gemacht werden können. Die starke Absorptionskraft der Kohle verhindert hier das Auftreten von Fäulnisgasen. Unter den Verfahren, welche dem Abwasser die Fäulnisfähigkeit nehmen, versteht man aber eigentlich nur diejenigen, bei welchen die organischen Stoffe des Abwassers auf biologischem Wege so weit abgebaut werden, daß sie keine Quelle der Fäulnis mehr bilden können. Diese Verfahren sind: Faulverfahren, Belüftung in Brockenkörpern (sog. künstliches biologisches Verfahren), intermittierende Bodenfiltration und landwirtschaftliche Bodenberieselung. Das Faulverfahren ist vorstehend schon besprochen worden.

a) Das künstliche biologische Verfahren (Belüftung in Brockenkörpern).

Läßt man Abwasser auf die Oberfläche eines aus Koksstücken locker zusammengebauten Körpers von nicht zu geringer Höhe auftropfen, so fließt zunächst am Fuße des Körpers das Abwasser nur wenig verändert ab.

Setzt man diese Zufuhr von Abwasser Tag für Tag fort, so überziehen sich die Koksstücke allmählich mit einer schleimig-schlüpfrigen Hülle, welche aus adsorbiertem organischen Material, zahllosen Bakterien und vielen sonstigen niederen Pflanzen und Tieren besteht. Nach einiger Zeit verändert das aus dem Körper ablaufende Abwasser auch seine Beschaffenheit. Es hat keinen fäkulenten Geruch mehr, ist nur noch leicht getrübt und die chemische Untersuchung ergibt, daß, verglichen mit dem zugeleiteten ungereinigten (d. h. nur von den groben Sink- und Schwimmstoffen befreiten) Abwasser, erheblich abgenommen haben: die Oxydierbarkeit, der Gehalt an organischem Stickstoff und an Ammoniak. Dafür ist Salpetersäure (Nitrat) in dem Abfluß aufgetreten[1]) und das wichtigste Ergebnis ist: die Abflüsse gehen auch bei längerer Aufbewahrung, selbst bei höheren Temperaturen, nicht mehr in Fäulnis

[1]) In Füllkörperabflüssen kann allerdings trotz guten Arbeitens Nitrat fehlen oder nur in geringen Mengen vorhanden sein.

über. Durch künstlichen Nitratzusatz zu den rohen Abwässern kann man übrigens einen ähnlichen Effekt erzielen. Voraussetzung für diesen Erfolg ist, daß die dem Körper zugeführte Abwassermenge nicht zu groß war. Bei dem Vorgang verschwindet Sauerstoff und Kohlensäure wird produziert (neben Sulfaten und Nitraten). Es handelt sich also um einen auf biologischem Wege hervorgerufenen Oxydationsprozeß.

Der „biologische Körper“ hat sich nun „eingearbeitet“ oder ist „reif“ geworden und vermag jetzt fortdauernd zugeführtes Abwasser in der oben geschilderten Weise zu reinigen. Was die Bakterien anlangt, so tritt in den Abflüssen zwar eine, prozentisch gerechnet, sehr erhebliche Verminderung der Bakterien gegenüber dem Rohwasser ein, ihre absolute Zahl bleibt aber immer noch sehr hoch (mehrere Zehntausende bis Hunderttausende). Der Gehalt der Abwässer an B. coli nimmt durch die bio-

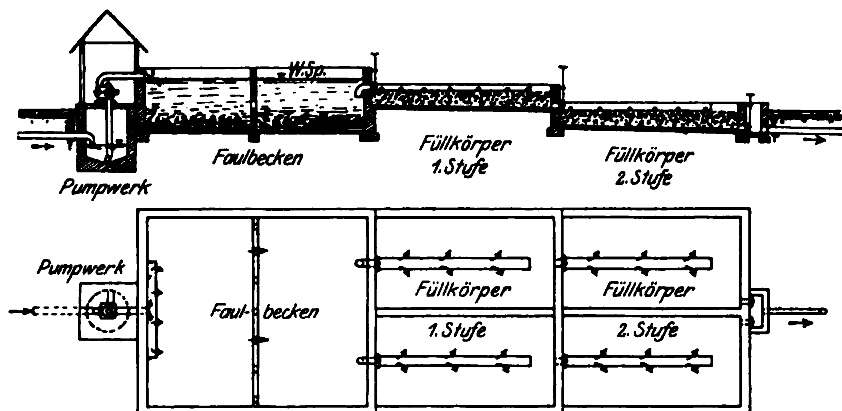


Abb. 179. Durchschnitt und Grundriß einer biologischen Füllkörperanlage mit Faulbecken.

logische Reinigung um etwa 50—75% ab. Cholera- und Typhusbazillen werden zum Teil zurückgehalten.

Dieses biologische Verfahren wird in zwei Formen der praktischen Abwasserreinigung nutzbar gemacht, einmal in Form der sog. Füllkörper und zweitens in Form der sog. Tropfkörper. Erstere treten zur Zeit an Bedeutung gegen die Tropfkörper zurück.

Füllkörper sind zuerst (1891) von Dibdin (in Deutschland zuerst 1897 von Schweder), Tropfkörper von Corbett (1893) und von Stoddart in die Praxis eingeführt worden.

Als Material für die Körper kommen Schlacke, Koks, Ziegelbrocken, Kies, Schieferplatten usw. in Betracht. Ein gewisser Eisengehalt des Materials ist vorteilhaft. Zumeist wird Schlacke oder Koks benutzt, und zwar für Füllkörper in Stücken von 3—10 mm Durchmesser, bei Tropfkörpern von 20 mm Durchmessern an aufwärts bis 60 mm und darüber. Füllkörper pflegt man nicht über 1 m hoch zu machen, die Höhe von Tropfkörpern ist gewöhnlich erheblicher (2 m und mehr).

Die Reinigung des Abwassers erfolgt in beiden Fällen so, daß die gelösten und zum Teil auch ungelösten organischen Stoffe dem Wasser durch Flächenattraktion (Adsorption) entzogen werden und sich auf dem

Material des biologischen Körpers niederschlagen. So fixiert, verfallen sie einem langsamen Abbau durch die Tätigkeit der Mikroorganismen und höher organisierten Tiere (z. B. der Larven der Schmetterlingsfliege Psychoda bei Tropfkörpern) bei gleichzeitigem reichlichem Sauerstoffzutritt. Schwefel wird zu Schwefelsäure, gebundener Stickstoff zum Teil zu Nitrat oxydiert. Ein Teil geht als freier Stickstoff in die Luft. Daneben treten Ammoniak und mäßige Mengen organischen Stickstoffs in den Abflüssen auf. Kohlensäure entweicht.

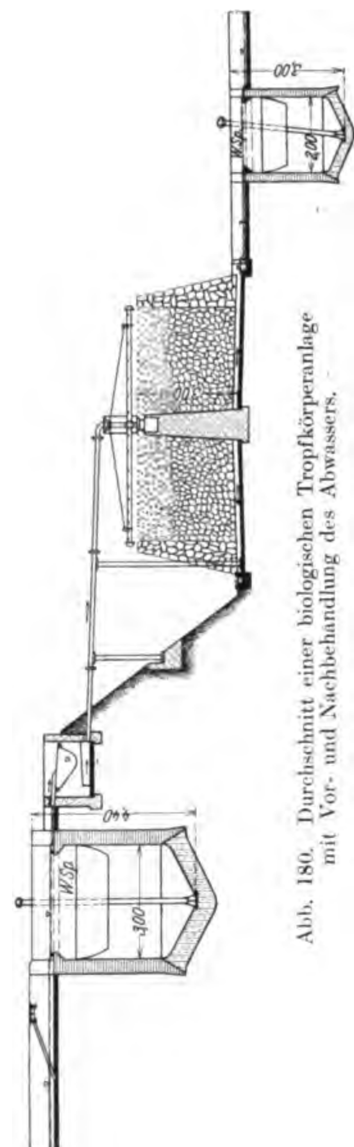


Abb. 180. Durchschnitt einer biologischen Tropfkörperanlage mit Vor- und Nachbehandlung des Abwassers.

Dieser Abbau, d. h. die eigentliche biologische Reinigung erfolgt nach Ansicht der meisten Autoren bei den Füllkörpern nur zu Zeiten des Leerstehens, d. h. der Belüftung. Während des Gefülltseins ist nur die Adsorption im Gange. Bei den Tropfkörpern verlaufen beide Prozesse dauernd nebeneinander.

Füllkörper müssen in wasserdichte Becken eingebaut werden, was erhebliche Kosten verursacht. Tropfkörper werden frei aufgebaut und erhalten nur eine wasserundurchlässige, nach außen abfallende Sohle, um glatten Abfluß des gereinigten Abwassers zu ermöglichen.

Füllkörper (Abb. 179) werden periodisch gefüllt und entleert, und zwar im allgemeinen nicht öfter als 2—3 mal täglich. Das Abwasser bleibt nach jeder Füllung zwei Stunden im Füllkörper stehen. Nach der Entleerung muß der Körper eine mehrstündige Ruhepause haben. Tropfkörper (Abb. 180 u. 181) werden dauernd beschickt und lassen dementsprechend auch das gereinigte Abwasser kontinuierlich abfließen. Sie brauchen daher weniger Überwachung als die Füllkörper. Füllkörper verschlammen mit der Zeit und müssen schließlich zwecks Reinigung abgebaut werden, Tropfkörper verschlammen ihres gröberen Materials wegen fast gar nicht, es nimmt daher bei ihnen auch nicht, wie es bei den Füllkörpern der Fall ist, die Aufnahmefähigkeit für Abwasser ab. Beiden Arten von biologischen Körpern kann man täglich ungefähr im ganzen 0,5 cbm Abwasser auf einen Kubikmeter Material zumuten, ein Verhältnis, das natürlich auch von der Art des Abwassers in hohem Maße abhängig ist. Zur Erzielung eines besseren Reinigungseffektes schaltet man (vgl. Abb. 179) Füllkörper häufig zu mehreren hintereinander. Solche Anlagen brauchen dann aber noch mehr Gefälle als Tropfkörperanlagen, die an sich, da sie meist nicht unter 2 m hoch sind, schon ein erhebliches Gefälle nötig haben.

Kommt das Abwasser schon in angefaultem Zustand auf der Kläranlage an, so geben Tropfkörper leicht Anlaß zu Geruchsbelästigungen, auch die Fliegenplage ist bei ihnen meist erheblicher als bei den Füllanlagen. Während die Füllkörperabflüsse ziemlich frei von Schwebestoffen sind, bedürfen die Tropfkörperabflüsse ihrer Schwebestoffe wegen oft noch einer Nachreinigung.

Gewisse Schwierigkeiten macht die gleichmäßige Verteilung des Abwassers auf den Körpern. Bei Tropfkörpern sind Kipprinnen, Drehsprenger (vgl. Abb. 181), Tropfrinnen, Streudüsen oder feinkörniges Deckmaterial in Form der Dunbarschen Tropfschicht üblich. Bei Füllkörpern wird die Verteilung einfacher durch Rinnen und durchlochte Steinzeugröhren vorgenommen.

Ehe das Abwasser den biologischen Körpern zugeführt wird, muß es eine Vorreinigung durchmachen entweder durch ein einfaches Sedimentierungsverfahren oder durch Vorfaulung.

b) Intermittierende Bodenfiltration.

Diese, von Frankland im Jahre 1870 zuerst empfohlene Methode besteht in einer periodisch vorgenommenen Überstauung von geeigneten, durchlässigen, gewachsenen Bodenflächen mit dem Abwasser (Abb. 182). Am besten eignet sich möglichst homogener Sandboden.



Abb. 181. Tropfkörperanlage der Stadt Berlin-Wilmersdorf in Stahnsdorf bei Berlin.

Zu landwirtschaftlichen Zwecken wird dabei der Boden gewöhnlich nicht in Anspruch genommen.

Der Vorgang ähnelt dem in den künstlichen biologischen Körpern. Zweckmäßig wird der Boden aptiert und durch Einlegen von unglasierten Tonröhren in etwa 1,5 m Tiefe unter der Bodenoberfläche drainiert. Die Röhren werden in nicht zu großem Abstand voneinander gelegt und müssen schwaches Gefälle nach der Vorflut hin haben. Auch in diesem Fall sind die Abwässer vor dem Aufleiten auf die Bodenfilter einer mechanischen Vorreinigung zu unterziehen.

Auf einem Hektar Bodenfläche können durchschnittlich täglich etwa 250—500 cbm vorgereinigten Abwassers behandelt werden. Zwischen die einzelnen Beschickungen sind längere 1—2tägige Ruhepausen einzuschalten. Auch die Bodenfilter müssen sich erst einarbeiten. Abwässer aus Trennsystemen sind am besten mit ihnen zu behandeln.

Die Abflüsse ähneln denen gut arbeitender Tropfkörper, enthalten aber meist etwas weniger Nitrate, fast keine Schwebestoffe und daher auch bedeutend weniger Bakterien.

Im besonderen pflegt das Bacterium coli bei gut angelegten und betriebenen Bodenfiltern in den Abflüssen nur spärlich vorzukommen.

c) Untergrundberieselung.

Untergrundberieselung nennt man ein Verfahren, bei welchem das (meistens durch ein Faulverfahren) vorgereinigte Abwasser durch in groben Kies gebettete Drains etwa 100 cm unter der Bodenoberfläche zur Verrieselung gelangt. In primitivster Form stellt jede am Boden durchlässige Abortgrube eine Untergrundberieselung vor (S. 423).

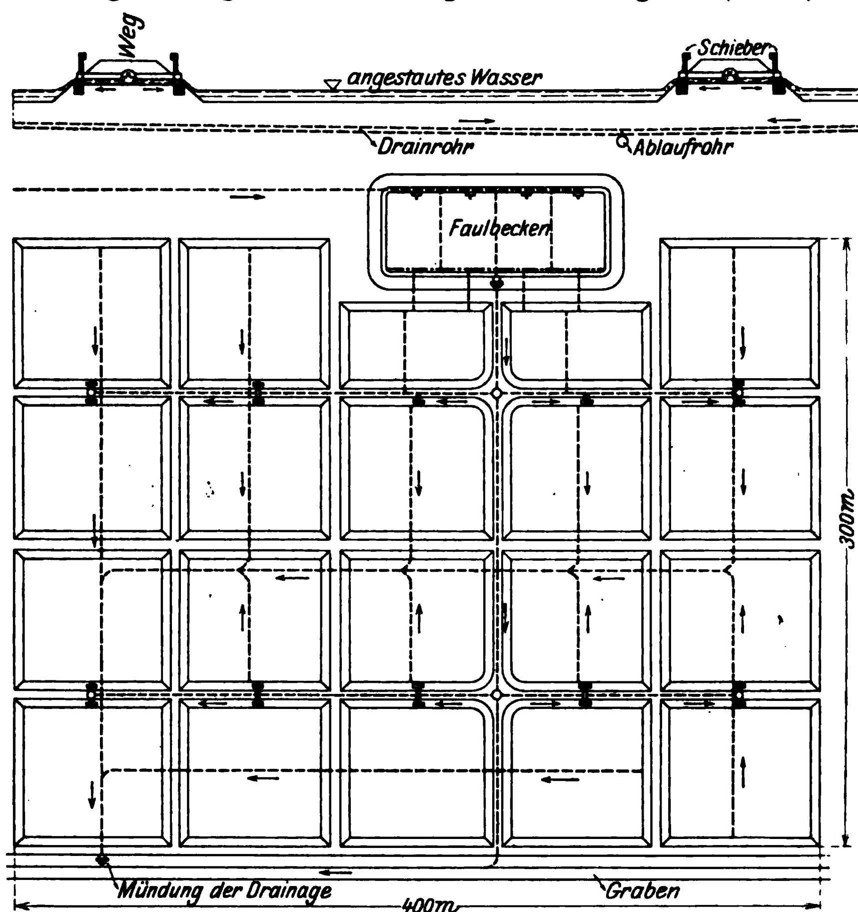


Abb. 182. Durchschnitt und Grundriß einer Abwasserreinigungsanlage durch intermittierende Bodenfiltration mit Vorbehandlung der Abwässer.

Die Vorzüge dieses Verfahrens sind hauptsächlich ästhetischer Art (Vermeidung des Anblicks und des Geruchs des Abwassers). Untergrundberieselung eignet sich nur für kleine Verhältnisse (Einzelhäuser). Bei einer Kopfzahl von 5 Personen muß man bei durchlässigem Boden 75—150 qm Versickerungsfläche, bei Hinzunahme des Regenwassers 500 qm fordern. Die Abwässer gelangen zweckmäßig zunächst in eine zweiteilige Faulanlage und von hier am besten stoßweise in die Drainageröhren. Zu achten ist darauf, daß nicht eine Verunreinigung des Grundwassers bzw. der Brunnen durch das im Untergrund verrieselte Abwasser stattfindet.

d) Rieselverfahren.

Von der „wilden“ Berieselung und dem Verspritzen der Abwässer mittels Schläuchen (sog. „Benöbelung“ oder „Eduardsfelder System“) soll hier abgesehen werden.

Bei dem Rieselverfahren werden zum Unterschied von der intermittierenden Bodenfiltration die im Abwasser vorhandenen Pflanzennährstoffe nach Möglichkeit landwirtschaftlich ausgenützt, doch soll das Interesse an einer gründlichen Abwässerreinigung dem Interesse an möglichst guter landwirtschaftlicher Ausnutzung immer vorangestellt werden. Der Düngewert städtischer Abwässer ist, der großen Verdünnung wegen, nicht bedeutend, auch ist die Zusammensetzung der Spüljauche insofern nicht günstig, als sie wohl genügend Stickstoff, aber zu wenig Kali und Phosphorsäure enthält. Man muß also entweder den Boden mit Stickstoff übersättigen (was oft auf Kosten der Qualität der gebauten Feldfrüchte geht) oder die Berieselung durch eine künstliche Düngung mit Kainit, Thomasphosphatmehl u. dgl. ergänzen. Im ersteren Fall ist das ablaufende sog. „Drainwasser“ sehr reich an Stickstoffverbindungen (meist Nitraten), aber auch an schwefelsauren Salzen und Chloriden und eine Beeinflussung der chemischen Zusammensetzung des Grundwassers daher naheliegend.

Die meisten Bodenarten eignen sich mehr oder minder gut zu Berieselungszwecken. Nicht geeignet ist nur reiner Torfboden und wenig geeignet schwerer Tonboden. Ein aus Sand, Lehm und Mergel (Kalk) bestehender Boden mit vorwiegendem Sandgehalt und humoser Sandboden sind brauchbarer als reiner Sandboden.

Wichtig ist, daß das Grundwasser nicht zu hoch (höchstens 1,20 m) unter Terrain steht. Welliges und durchschnittenes Gelände ist wegen der größeren Aptierungskosten weniger brauchbar als ebenes oder noch besser gleichmäßig sanft abfallendes. Wegen der beim Rieselverfahren nie ganz zu vermeidenden Geruchsbelästigungen sind Rieselfelder nicht in die unmittelbare Nähe von Wohnhäusern zu legen und im besonderen nicht in die Hauptwindrichtung zu diesen hin. Andererseits können bei zu großen Entfernungen der Rieselfelder von dem Ort die Kosten für die Druckrohrleitungen sehr erheblich ins Gewicht fallen.

Bei der Anlage von Rieselfeldern wird, ebenso wie bei der intermittierenden Bodenfiltration, eine gründliche Drainage in 1—1,50 m Tiefe eingerichtet. Die Drainageröhren müssen freie Vorflut nach dem nächsten Wasserlauf haben. Zu achten ist auch darauf, daß der Grundwasserstand von Nachbargrundstücken durch die Drainwasser nicht in unzulässiger Weise erhöht wird (Versumpfung von Wiesen u. dgl.).

Bei der Aptierung wird das Rieselgelände in „Felder“ und diese in „Schläge“ eingeteilt.

Die Zufahrtswege, Gräben usw., d. h. das nicht unmittelbar zu Rieselzwecken benutzbare Gelände, sind zu 15% der Rieselflächen zu veranschlagen und diesen zuzurechnen.

Die Belastung der Rieselfelder muß weit geringer sein als die der Flächen für intermittierende Bodenfiltration, hängt aber, wie bei dieser, hauptsächlich von dem Grade der mechanischen Vorreinigung der Abwässer ab. Diese Vorreinigung sollte möglichst gründlich erfolgen und vor allem die Stoffe aus dem Abwasser auszuscheiden suchen, welche eine Verschlickung des Bodens hervorrufen (Papier, Fett, gröbere Schwebestoffe).

Die durchschnittliche Belastung pro Tag und Hektar beträgt je nach dem Grade der Vorreinigung etwa 30—120 cbm, ist also erheblich geringer als bei der intermittierenden Bodenfiltration. Rechnet man pro Kopf und Tag 100 Liter Abwasser, so würde man vergleichsweise mit je 100 qm Fläche täglich reinigen können die Abwässer von etwa folgender Anzahl von Personen:

I.	beim Rieselverfahren	3—12
	mit Untergrundberieselung	3—10
II.	mit intermittierender Bodenfiltration	25—50
III.	mit biologischen Füllkörpern	300—400
	mit biologischen Tropfkörpern	500 u. mehr.

Die Zahlen schwanken naturgemäß je nach der Art, Konzentration und Vorbehandlung der Abwässer.

Hinsichtlich des Bedarfs an Geländefläche stehen also die Verfahren annähernd zueinander im Verhältnis wie 1: 10: 100.

Wichtig sind ausreichende Ruhepausen für das Rieselgelände, d. h. die Berieselung darf nur in gewissen Zwischenräumen erfolgen. $^4/_5$ der



Abb. 183a. Rieselfeldanlage (Überrieselung) im Durchschnitt.



Abb. 183b. Rieselfeldanlage (Beetberieselung).

vorhandenen Rieselflächen und $^2/_3$ der intermittierenden Bodenfilter sollten jeweils außer Betrieb sein.

Man unterscheidet die Überrieselung der ganzen Flächen, bei welcher Stengel und Blätter der Pflanzen mit dem Abwasser in unmittelbare Berührung kommen und Beetberieselung, bei welcher das Abwasser nur seitlich an die Beete herantritt und nach den Pflanzenwurzeln hin versickert. Vom hygienischen Standpunkt ist diese letztgenannte Berieselung vorzuziehen, wenigstens für alle diejenigen Feld- und Gartenfrüchte, welche ungekocht genossen zu werden pflegen (Kopfsalat, Radieschen u. dgl.). Die Abb. 183 zeigen eine Berieselung der ersten Art, welche für Wiesen, Rüben u. dgl. in Betracht kommt (a) und den Beetbau (b).

Die Verteilung des Abwassers erfolgt von der höchsten Stelle des Rieselfeldes aus durch Hauptzuleitungsgräben und ein sich anschließendes Netz von Nebenleitungen, Verteilungsgräben und Rieselgräben, welche durch Schieber absperrbar sind. Das gereinigte, aus den Drainrohren abfließende Wasser sammelt sich in Abzugsgräben und gelangt von hier in die Vorflut.

Das eigentliche Rieselverfahren ist nur zur Zeit des Pflanzenwuchses durchführbar, im Winter arbeiten die Rieselfelder mehr wie die intermittierenden Bodenfilter. An Stelle des einfachen Rieselverfahrens kann auch die Doppelberieselung treten, bei welcher die Rieselfeldabflüsse noch einmal über Wiesengelände geschickt werden.

Die bei geregeltem Betriebe fäulnisunfähigen, fast klaren Drainwässer (gereinigte Abwässer) enthalten den Stickstoff, wie die Abflüsse der biologischen Tropfkörper, vorwiegend in Form höherer Oxydationsstufen (als Nitrite und Nitrate). Der Gehalt an organischem Stickstoff und der Sauerstoffverbrauch der Wässer pflegt gering zu sein. Auch freier, gelöster Sauerstoff ist im Drainwasser meist schon wieder vorhanden.

Überlastungen von Rieselfeldern (wie von biologischen Tropfkörpern) machen sich durch Rückgang des Nitratgehalts und Steigerung der Oxydierbarkeit in den Abflüssen bemerkbar. Auch im Winter sind diese Veränderungen nicht selten. In den Drainwässern kommt es wegen des hohen Nitratgehaltes häufig zu lästigen Pilz- und Algenvegetationen.

Vom bakteriologischen Standpunkt aus befriedigen die Abflüsse guter Rieselfelder gewöhnlich durchaus. Der Bakteriengehalt schwankt zwar innerhalb einer größeren Breite, kann aber bisweilen auf sehr geringe Werte heruntergehen. Er beträgt meist einige Tausend im Kubikzentimeter gegen mehrere Millionen im ungereinigten Abwasser. Unter den Bakterien sind Colibazillen noch häufig. Der bakteriologische Reinigungseffekt ähnelt im übrigen dem bei der intermittierenden Bodenfiltration, übertrifft aber den der künstlichen biologischen Körper erheblich. Auch die Rieselabflüsse sind also noch infektionsverdächtig, wenn auch nicht in hohem Maße.

Erhebliche Überschüsse aus der landwirtschaftlichen Ausnutzung des Rieselverfahrens sind nur selten zu erwarten, meist deckt der Ertrag der landwirtschaftlichen Produkte nur die Betriebskosten und einen Teil der Zinsen des in die Rieselfelder gesteckten Kapitals.

In neuerer Zeit hat man seine Aufmerksamkeit auch der Reinigung der Abwässer mittels Fischteichen zugewandt. Während man schon früher die Drainwässer der Rieselfelder zwecks Nachreinigung und weiterer Ausnutzung Fischteiche durchlaufen ließ, welche mit Karpfen und Schleien besetzt wurden — die Fische finden in der Mikrofauna und Mikroflora, die sich in diesen Drainwässern infolge ihres hohen Nitratgehaltes reichlich zu entwickeln pflegen, eine gute Nahrung — ist man stellenweise dazu übergegangen, das ungerieselte Wasser, nachdem es lediglich gut mechanisch (durch Entfernung der Schwebestoffe bis zu 60 %) gereinigt und mit der zwei- bis dreifachen Menge von Reinwasser gemischt worden war, zum Füllen von Fischteichen zu benutzen. Dieses Verfahren, über welches weitere Erfahrungen zu sammeln sein werden, soll nur den achten Teil der für Rieselzwecke notwendigen Fläche beanspruchen. Pro Hektar Teichfläche sollen mit diesem Verfahren jährlich etwa 10 Zentner Karpfenfleisch zu gewinnen sein. Um die Verkrautung der Teiche zu verhindern, werden sie außerdem mit Enten besetzt. Man hat hier also eine verhältnismäßig schnelle „Inkarnation" der Abfallstoffe vor sich.

e) Abwasserdesinfektion.

Vielfach, besonders früher, ist die Forderung erhoben worden, die Reinigung der Abwässer müsse zu Epidemiezeiten so weit getrieben werden, daß auch die in den gereinigten Abflüssen etwa noch vorhandenen pathogenen Keime vernichtet würden. Man verlangte also eine Desinfektion der Abwässer, zumal dort, wo es sich um kleine Vorfluter oder Flüsse handelte, deren Wasser in ausgiebiger Weise z. B. zu Badezwecken Verwendung fand.

Das allein in Frage kommende Desinfektionsmittel ist das Chlor. Für Abwässer mittlerer Konzentration genügt meist ein Zusatz von 1 Teil Chlorkalk auf 1000 Teile Abwasser bei einer Einwirkungszeit von 2 Stunden. Das Abwasser muß aber dann gut mechanisch vorgereinigt sein.

Auch Natriumhypochlorit kann verwendet werden. Kalkmilch eignet sich mehr zur Desinfektion von Gruben- und Tonneninhalt.

Handelt es sich um die Desinfektion kleinerer Abwassermengen, wie sie von einzelnen Gebäuden oder Gebäudekomplexen (z. B. einem Krankenhause) geliefert werden, so ist ihre Durchführung praktisch wohl möglich und kann zweckmäßig sein. Bei größeren Städten indessen, zumal solchen, bei welchen die Kanalisation nach dem Mischsystem durchgeführt wird, ist die Desinfektion der Abwässer eine Maßnahme, welche, ganz abgesehen von der Schwierigkeit und den Kosten ihrer Durchführung, den erstrebten Zweck nicht oder nur unvollständig erreicht. Eine peinliche Desinfektion aller infektiösen Abgänge am Krankenbette selbst, verbunden mit strenger Durchführung der Anzeigepflicht für die in Frage kommenden Krankheiten (Cholera, Typhus, Dysenterie) wird weit Besseres leisten. (Vgl. S. 118.) Führt man die Desinfektion ausnahmsweise trotzdem durch, so muß vermieden werden, daß größere Mengen von Chlor in die Vorflut gelangen, schon im Interesse der Fischerei. Man behandelt in solchen Fällen das desinfizierte Abwasser mit Eisenvitriol.

Die für die Abwässerreinigung aufzubringenden Kosten wechseln je nach den besonderen Verhältnissen des Falles und lassen sich schwer vergleichen. Ungefähr wird man die Kosten für den Betrieb nebst Verzinsung und Tilgung der Anlagekosten für das Rieselverfahren auf etwa das Dreifache einer nur mechanischen Reinigung veranschlagen dürfen. Die Kosten für das künstliche biologische Verfahren liegen zwischen diesen Werten.

E. Abwasserreinigungsverfahren für gewerbliche Abwässer.

Bei kanalisierten Städten muß auf eine gleichmäßige Mischung von häuslichen und gewerblichen Abwässern Bedacht genommen werden, soweit dem nicht besondere Bedenken entgegenstehen. In größeren Fabrikbetrieben wird man dafür Sorge tragen müssen, die schädlichen Abwässer von den harmlosen, insbesondere den Kühl- und Kondenswässern zu trennen, um die Masse des zu reinigenden Abwassers nicht zu groß werden zu lassen.

Vielfach lassen sich auch Abwässer wieder in den Betrieb zurücknehmen (z. B. bei der Zuckerfabrikation). Wegen der Reinigung der verschiedenen gewerblichen Abwässer sei zunächst auf folgende allgemeine Punkte hingewiesen.

Die unmittelbare Einleitung gewerblicher Abwässer in das Kanalsystem einer Stadt zwecks gemeinsamer Abführung und eventuellen Reinigung verbietet sich

1. wenn die Menge der gewerblichen Abwässer so groß ist, daß die Dimensionen des Kanalsystems ihretwegen in erheblicher Weise geändert werden müßten;

2. wenn die Abwässer sehr warm sind, allein, oder beim Zusammentreffen mit anderen Abwässern giftige Gase, z. B. Schwefelwasserstoff, oder explosible Dämpfe in größeren Mengen entwickeln, wenn sie in Kanälen mit schwachem Gefälle zu starken Ausscheidungen Veranlassung geben, oder wenn sie schließlich das Material der Kanäle durch Säuregehalt u. a. angreifen;

3. wenn sie Stoffe, welche fähig sind, die Mikrofauna und Mikroflora zu vernichten und welche dadurch eine etwa notwendige biologische Reinigung verzögern oder verhindern würden, enthalten.

Soll eine Mischung der gewerblichen mit den städtischen Abwässern erfolgen, so sind bereits auf den Fabrikgrundstücken die gröberen Stoffe, wie Fasern, Haare, Fett u. dgl. zurückzuhalten.

Zur Überwachung der Beschaffenheit der gewerblichen Betriebe sollte überall die Anlage von jederzeit zugänglichen, vom Abwasser durchflossenen Kontrollschächten gefordert werden, welche am besten außerhalb des Fabrikgrundstückes, nahe der Stelle, an welcher die Abwässer dem Flusse überantwortet werden, zu bauen wären.

Auf die Reinigungsverfahren für alle gewerblichen Abwässer kann hier nicht eingegangen werden, zumal manche Fragen dabei noch der Lösung harren. Es mögen nur im Hinblick auf die bereits oben gemachten Ausführungen über gewerbliche Abwässer (S. 427) einige der wichtigsten Typen herausgegriffen und die Verfahren, nach denen sie behandelt werden müssen, kurz erwähnt werden.

1. Abwässer mit vorwiegend organischen Abfallstoffen. Hierher gehören die Abwässer der Zuckerfabriken, Stärkefabriken, Molkereien, Brennereien und Schlachthöfe.

Bei den Zuckerfabrikabwässern reinigt man die Rübenwaschwässer durch Rechen- und Absitzanlagen, die Schnitzelpreß- und Diffusionswässer durch intermittierende Bodenfiltration oder Rieselfelder (nicht durch das künstliche biologische Verfahren). Eine Einschränkung der Abwassermengen oder ein völliges Fortfallen der Diffusions- und Schnitzelpreßwässer hat man durch eine Reihe besonderer Arbeitsverfahren (nach Steffen, Claassen, Pfeiffer-Berggreen, Hyros-Rak, Huminverfahren) mehr oder minder glücklich erreicht.

Für die Abwässer aus Stärkefabriken, Molkereien und Brennereien, soweit sie nicht mit städtischen Abwässern vermengt werden können, kommt die Reinigung durch Rieselfelder oder auch biologische Körper in Betracht. Die Behandlung der Schlachthofabfälle ist bereits im dritten Abschnitt (S. 243) berührt worden. Die Reinigung der Abwässer selbst erfolgt am besten durch mechanisch-chemische Vorklärung (Eisensulfat, Aluminiumsulfat) mit nachfolgender biologischer Reinigung.

2. Sowohl organische wie anorganische Abfallstoffe weisen die Abwässer der Gerbereien, der Textilindustrie und der Zellstoffabrikation auf.

Die Gerbereiabwässer bereiten gewöhnlich einige Schwierigkeiten und verlangen gründliche mechanische oder chemische Vorreinigung, welcher sich das Rieselverfahren anschließen kann.

Unter den Abwässern der Textilindustrie wirken die Abwässer aus Wollwäschereien besonders stark verunreinigend, sie werden gewöhnlich zunächst gründlich mechanisch und dann chemisch behandelt. Die Abwässer aus den Färbereien müssen chemisch oder in Braunkohlenschlackenfiltern gereinigt werden.

Ein trübes Kapitel der Abwasserfrage war und ist zum Teil noch die Unschädlichmachung der Abwässer aus den Sulfitzellulosefabriken. [illegible] schließen des Holzes mit Kalziumbisulfitlauge in der Hitze [illegible] oße Mengen von „Kocherlaugen“, welche die

löslichen Bestandteile des Holzes (Ligninsubstanzen, Zuckerarten, Aldehyde usw.) enthalten.

Die Abwässer, die, wie schon an anderer Stelle erwähnt wurde, zu einer hochgradigen Verpilzung der Vorflut, sekundären Fäulnisvorgängen, Schlammablagerungen und Sauerstoffschwund führen, müssen mechanisch und chemisch behandelt werden. Am leichtesten gelingt die Zurückhaltung der zahllosen mit den Abwässern abgeschwemmten Zellstoffasern.

Die schweflige Säure der Kocherlaugen sucht man durch Kalk unschädlich zu machen. Die Beseitigung der organischen Stoffe der Laugen ist ein noch ungelöstes Problem. In schwedischen Zellstoffabriken, neuerdings aber auch schon in Deutschland, werden die Laugen im Hinblick auf ihren Zuckergehalt auf Spiritus verarbeitet, indessen bringt dieses Verfahren leider noch nicht die Lösung der so wichtigen Abwasserfrage. Das stoßweise Einleiten der Lauge in die Vorflut ist empfohlen worden, um die Pilzbildung im Flusse zu verringern. Letzten Endes muß zum Eindampfen der Laugen geschritten werden.

3. Abwässer, die im wesentlichen nur anorganische Abfallstoffe enthalten, sind die Abwässer aus Ammoniakfabriken und Kokereien, sowie Kalifabriken. Die ersteren enthalten Kalk, Phenol, Cyanverbindungen u. dgl., die Kalifabrikabwässer hauptsächlich Kochsalz und Chlormagnesium in großen Mengen.

Bei dieser Gruppe von Abwässern ist einstweilen die hinreichende Verdünnung mit reinen Wässern noch das verhältnismäßig wirksamste Mittel.

F. Kanalisation.

Die richtige Anlage der systematischen Entwässerung (Kanalisation) einer Stadt ist Aufgabe des Ingenieurs. Folgende Bemerkungen dürften daher genügen.

Hygienische Bedeutung hat die Wahl des Systems wegen der Flußverunreinigung und der Reinhaltung der Straßen.

Wird das Meteorwasser für sich auf kürzestem Wege ungereinigt dem nächsten Wasserlauf zugeführt (bisweilen schaltet man Sammelteiche oder Aufhaltebecken ein) und streng von den Abwasserkanälen ferngehalten, so spricht man von Trennkanalisation. Dieselbe ist überall dort von Vorteil, wo das eigentliche Abwasser einer eingehenderen Reinigung unterzogen werden soll. Beim Trennsystem kann nämlich mit annähernd gleich bleibenden Abwassermengen gerechnet werden, ein Umstand, welcher die Abmessungen und den Betrieb der Reinigungsanlagen vermindert und vereinfacht.

Werden auch atmosphärische Niederschläge in die Kanäle aufgenommen, so spricht man von Mischsystem. Trennsystem und Mischsystem bestehen in vielen Städten nebeneinander.

Die Kanäle können beim Mischsystem niemals so groß gebaut werden, daß sie imstande wären, auch die stärksten Regengüsse mit abzuführen, das wäre völlig unwirtschaftlich. Man berechnet beim Mischsystem die Kanäle daher nur auf eine mittlere Regenmenge (gewöhnlich das 3—7fache des sog. „Trockenwetterabflusses") und entlastet das Kanalsystem an geeigneten Stellen durch Regen- oder Notauslässe, welche selbsttätig in Tätigkeit treten oder von Hand geöffnet werden, wenn die Mischwassermenge den angenommenen Betrag überschreitet.

In solchen Fällen gelangt also ein Teil des Unrats der Kanäle einschließlich Fäkalien auf kürzestem Wege ungereinigt in die Vorflut und die Reinigungsanlagen müssen ein zwar weniger konzentriertes, aber stark vermehrtes Abwasser bewältigen.

Diesen Übelständen des Mischsystems stehen als Vorteile gegenüber, daß nur die Anlage eines Kanalnetzes nötig ist, und daß die Reinhaltung der Straßen erleichtert wird, denn das Spülwasser der Straßen ist, zumal nach längerer Trockenheitsperiode, als sehr verunreinigt anzusehen (Pferdekot!) und bedürfte häufig genau so gut der Reinigung wie das eigentliche Abwasser. In engen Straßen lassen sich vielfach doppelte Kanäle aus Raummangel gar nicht ausführen.

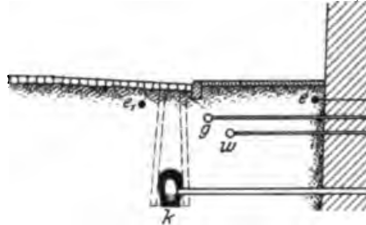


Abb. 184. Lage der Straßenleitungen. (Nach Frühling.)
e e_1 = Elektrische Kabel. g = Gasleitung. w = Wasserleitung. k = Kanalisation.

Trotzdem bevorzugt man, wenigstens in kleineren Städten ohne starken Straßenverkehr, das Trennsystem nach Möglichkeit, wenigstens wo die Gefäll- und Vorflutverhältnisse günstig liegen.

Die Notauslässe müssen mit Vorrichtungen (Tauchbrettern u. dgl.) versehen sein, welche den Austritt der am meisten Ekel erregenden Schwimmstoffe (Kotballen, Papier u. dgl.) tunlichst verhüten.

Die Kanäle, namentlich solche mit schwachem Gefälle, bedürfen einer regelmäßigen Spülung, um größere Schlammablagerungen zu vermeiden.

Die Tieflage der Kanäle richtet sich gewöhnlich nach der Tieflage der Kellersohlen, da man nach Möglichkeit auch die Keller zu entwässern versucht.

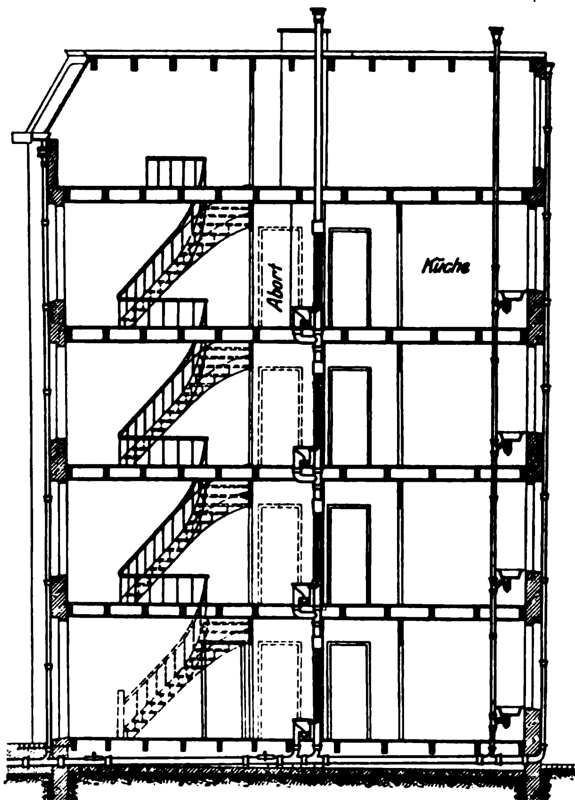


Abb. 185. Hausentwässerung.

Die Kanäle (Abb. 184) erhalten in gewissen Abständen Einsteigschächte. Straßensinkkästen dienen zum Abfangen der schweren Sinkstoffe aus den Straßenspülwässern.

Bei hohen Wasserständen der Vorflut wird das Kanalwasser häufig in die Kanäle zurückgestaut. Hiergegen gewährt der Einbau von Rückstauklappen einen gewissen Schutz.

Liegen die zu entwässernden Räume (Keller oder dgl.) so tief, daß ihre unmittelbare Entwässerung nach der Straßenleitung nicht möglich ist, so muß die Entwässerung unter Umständen durch künstliche Hebung des Abwassers bewirkt werden.

Die Hausentwässerungen müssen auch gegen das Eindringen von Kanalgasen geschützt werden. Zu diesem Zweck sind Wasserverschlüsse (Geruchsverschlüsse, Siphons) an den einzelnen Einläufen (Ausgüssen) im Hause anzubringen, dagegen empfiehlt sich die Anbringung eines Hauptwasserverschlusses am Fuß der Falleitung nicht, denn die Entlüftung der Straßenkanäle muß zum Teil durch die über Dach geführten Abfall- und Regenfallröhren erfolgen (Abb. 185).

Für Berlin ist unter dem 26. Okt. 1910 eine Polizeiverordnung über Herstellung und Betrieb von Grundstücksentwässerungen erlassen worden.

G. Besondere Verhältnisse der Abwässerbeseitigung.

Die Beseitigung der Abwässer und Fäkalien in militärischen Lagern und im Felde muß je nach den örtlichen Verhältnissen eingerichtet werden.

Steht Spülwasser reichlich zur Verfügung, so wird man militärische Lager nach dem Trennsystem entwässern und die Abwässer mechanisch oder biologisch, z. B. auch durch intermittierende Bodenfiltration reinigen. Desinfektion der gereinigten Abflüsse kann zu Epidemiezeiten erforderlich werden. Ist Fäkalienabfuhr nicht möglich, so müssen die Fäkalien in Gruben gesammelt werden. Zu empfehlen ist auch die Anwendung von Torfmullklosetts.

Im Felde kann es sich nur um die Anlage von Feldlatrinen in Form von mehreren parallel laufenden Gräben handeln, in welchen die abgesetzten Fäkalien sofort mit Erde bedeckt werden.

H. Müllbeseitigung.

Vom gesundheitlichen Standpunkte aus muß Mischmüll stets als verdächtig gelten, wenngleich zuzugeben ist, daß schlüssige Beweise für seine Rolle als Infektionsquelle bisher praktisch kaum erbracht sind. Die Dauer der Lebensfähigkeit von Krankheitserregern im Müll ist jedenfalls nicht unbedeutend, selbst in der Kohlenasche können Krankheitserreger längere Zeit entwicklungsfähig bleiben. Immerhin wird man bei Trennung des Mülls in seine drei Bestandteile: Asche, Speisereste, Sperrstoffe, die beiden letztgenannten als die hygienisch bedenklichsten bezeichnen müssen. Müllanhäufung führt leicht zur Fliegen- und Rattenplage. Müll belästigt ferner durch sein Aussehen und seinen oft widerlichen Geruch, seine Beseitigung ist also auch aus ästhetischen Gründen geboten.

Infolgedessen kann man sein längeres Verweilen in der Nähe von Wohnstätten nur unter ländlichen Verhältnissen für statthaft erklären. Das Müll wird hier, zweckmäßig mit anderen Abfallstoffen zusammengemischt, kompostiert.

1. Müllabfuhr.

In größeren Ortschaften erfolgt die Aufsammlung des Mülls entweder in Gruben oder besser in feuerfesten, staub- und wasserdichten, tragbaren Gefäßen, also z. B. in eisernen, verzinkten, mit gut schließenden Deckeln versehenen Sammelkästen, die gewöhnlich auf dem Hofe untergebracht sind. Die Einrichtung von Müllfallschächten (sog. „Müllschluckern") aus den einzelnen Stockwerken zu dem Müllsammelbehälter zur bequemeren Beseitigung der Abfälle, hat sich wenig bewährt, weil diese Schächte nicht rein zu halten sind. Geruchssichere Abschlüsse der Einwurfschächte nach der Küche, glatte Wandungen des Schachtes und Entlüftung über Dach sind mindestens bei ihnen notwendig.

Eine mindestens zwei- bis dreimalige Abfuhr des Mülls in der Woche ist namentlich im Sommer geboten.

Es werden bei der Abfuhr entweder die vollen Gefäße gegen die leeren umgetauscht (Wechselkastensystem), was wegen Erhöhung des Transportgewichtes unwirtschaftlich ist, oder die Kästen werden in Müllsammelwagen entleert. Dies soll tunlichst ohne zu viel Geräusch und vor allem ohne nennenswerte Staubbelästigung vor sich gehen. Um das zu erreichen, hat man verschiedene Typen von Müllsammelwagen konstruiert, von denen mehrere als zweckentsprechend gelten können.

Die weitere Behandlung des Mülls beschränkt sich entweder auf die Abfuhr nach außerhalb der Ortschaften in sog. verlorene Gegenden teils nur mit Fuhrwerk, teils auch unter Zuhilfenahme von Automobilen, der Straßenbahn, der Eisenbahn und von Schiffen, und Stapelung daselbst, oder sie geht weiter bis zur Verwertung oder Vernichtung des Mülls.

Je weiter der Transport des Mülls zu den Stapelplätzen zu erfolgen hat, desto unwirtschaftlicher wird er naturgemäß. Bei Ausdehnung der Städte können alte Müllabladeplätze ferner sehr lästig werden, da sie als Baugrund erst nach vollständig abgelaufenen Zersetzungsvorgängen im Boden, d. h. erst nach 10—20 Jahren in Frage kommen.

Müllabladeplätze sollten eingefriedigt, mindestens 100—200 m von öffentlichen Wegen, mindestens 500 m von Wohnstätten entfernt sein und tunlichst nicht in der Hauptwindrichtung liegen. Sie dürfen sich ferner nicht im Überschwemmungsgebiet von Flüssen und nicht in der Nähe von Trinkwasserfassungsanlagen befinden. Empfehlenswert ist die jeweilige Bedeckung angefahrenen Mülls mit Erde oder Sand, um Gerüche und Insektenplage zu vermeiden. Das „Schaalen" (Durchsuchen) des Mülls auf den Plätzen ist zu verbieten. Handelt es sich um tiefgelegene oder sumpfige Ländereien, so kann gelegentlich das Müll zum Ausfüllen und Aufhöhen des Terrains, zum Meliorieren von Mooren, Ödländereien usw. benutzt werden. Da die Mineralisierung der Abfallstoffe durch Pflanzenwuchs gefördert wird, so soll für schnelles Anwachsen von Pflanzen auf den Müllmassen Sorge getragen werden. Nach einiger Zeit lassen sich die mit Müll überdeckten Flächen übrigens sogar dem Gemüsebau und der Blumenkultur nutzbar machen. Es muß dann bei der Stapelung aber systematisch verfahren werden.

Frühere Müllstapelplätze sind z. B. der Hügel im Rosenthal bei Leipzig und der Luitpoldhain bei Nürnberg.

2. Müllverwertung.

Eine Verwertung des Mülls kann erfolgen durch Sortieren des Mischmülls oder durch Teilung des Mülls in seine Komponenten von vornherein und Wiederverwendung oder Verarbeitung gewisser wertvoller Müllbestandteile. Hygienisch ist dieses Verfahren nicht einwandfrei. Seine Zulassung ist lediglich ein Zugeständnis an die Wirtschaftlichkeit.

Am meisten gibt das Sortieren des Mischmülls, wie es in München (Puchheim) geübt wird, zu Bedenken Veranlassung. Das Feinmüll wird hier durch Siebtrommeln möglichst vom Grobmüll getrennt und aus letzterem auf Transportbändern das Brauchbare durch Arbeiter herausgelesen. Es handelt sich dabei hauptsächlich um Glas, Knochen, Leder, Lumpen, Metall, Papier usw. Der nicht verwertbare Rest wird verbrannt.

Bei den Teilungsverfahren wird das Müll schon in der Küche gesondert. Entweder trennt man nur die Speisereste ab (Zweiteilungsverfahren, Potsdam), oder man sammelt getrennt Asche, Küchenabfälle und Sperrstoffe. Die Trennung wird in den Sammelkästen des Hofes fortgesetzt, desgleichen bei der Abfuhr (Dreiteilungsverfahren; Charlottenburg, einige amerikanische Städte usw.).

Die Asche wird auf das Land gebracht (Meliorierung sauerer Wiesen), die Küchenabfälle werden sterilisiert und an Schweine verfüttert, die Sperrstoffe nach Entstäubung, wie beim Sortierungsverfahren, ausgelesen. Bei dieser Auslese sollten nur die größeren, wirklich wertvolleren Dinge berücksichtigt werden. Der Rest wird verbrannt.

Der Verkaufswert der ausgelesenen Gegenstände, die, falls sie unverarbeitet verkauft werden, vorher gründlich zu reinigen und zu desinfizieren sind, ist ihrer größeren Sauberkeit wegen beim Dreiteilungsverfahren höher als beim Sortierverfahren.

Das Charlottenburger Müll enthält z. B. gewöhnlich etwa 65% Asche, 15% Speisereste und 20% Sperrstoffe. Bei ärmeren Städten dürften sich diese Zahlen nicht unwesentlich verschieben.

3. Müllverbrennung.

Die Vernichtung des Mülls erfolgt durch Verbrennen. Bei diesem Prozeß sucht man die entstandene Verbrennungswärme nutzbar zu machen, indem man durch die abziehenden Feuergase unmittelbar Dampfkessel beheizt und die gewonnene Energie in Elektrizität überführt. Die Produkte der Verbrennung sind, abgesehen von den gasigen Bestandteilen, Schlacke und Flugasche.

Der in dem Müll steckende Brennwert ist sehr verschieden, je nach dem Kohlegehalt der Asche. Wird die Asche für sich beseitigt (Teilungsverfahren), so steigt dadurch der Brennwert der übrig bleibenden Stoffe.

Die Müllverbrennung wurde zuerst in England eingeführt. Eine ganze Reihe von Verbrennungsöfen wurden konstruiert, meist mit, seltener ohne Rost. Durch Gebläse wird dem brennenden Müll in verschiedener Weise Verbrennungsluft zugeführt, bisweilen auch Sekundärluft zum Verbrennen der sich bildenden Gase (Barmer Ofen). Besondere Einrichtungen sind getroffen, um die Flugasche bequem

abzuführen. Die Öfen arbeiten teils kontinuierlich, teils mit einzelnen „Chargen" intermittierend. Die Einzelheiten sind rein heizungstechnischer Natur und daher hier nicht von Belang. Erwähnt möge nur werden, daß in den modernen Ofensystemen die Temperatur bis auf 1400° gebracht wird und hier selbst Müll von geringem kalorischem Wert (unter 1000 Kalorien pro Kilogramm) noch verbrannt werden kann[1]).

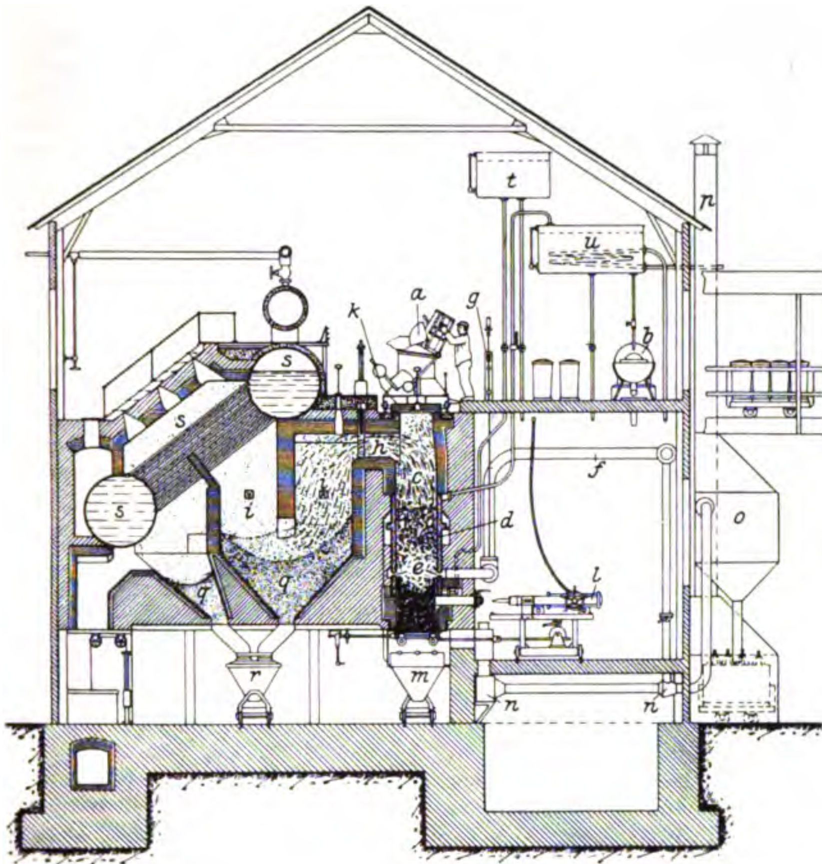


Abb. 186. Müllverbrennungsanlage in Davos-Laret.

a = Beschickungsapparat. b = Waschmaschine für Mülltonnen. c = Verbrennungszelle. d = Kühlmantel. e = Winddüsen. f = Windleitung. g = Windregelung. h = Feuerbrücke. i = Verbrennungskammer. k = Oberer Schachtverschluß. l = Hydraulische Entschlackungsmaschine. m = Schlackenwagen. n = Staubabsaugung. o = Staubabscheider. p = Kamin. q = Flugasche. r = Flugaschenwagen. s = Dampferzeuger. t = Kühlwasserbehälter. u = Heißwasserreservoir für die Waschmaschine.

Die in Deutschland bisher hauptsächlich benutzten Ofentypen sind (Beispiele von Städten, in welchen sie verwendet werden, sind in Klammern dazu gesetzt):

Verbesserter englischer Horsfallofen (Hamburg), Ofen-System Herbertz-Köln (Altona, Frankfurt a. M., Kiel), Ofen der Maschinenbauanstalt Humboldt-Köln, System Fried (Barmen, Fürth) und das Ofen-System Dörr-Didier (Beuthen, Wiesbaden).

---

[1]) Durchschnittlich beträgt in Deutschland der Brennwert des Mülls nur $^1/_4$ des Brennwertes der Gaskohle (vgl. S. 179).

Die Öfen bestehen aus Zellen, in feuerfesten Steinen gebaut mit oder ohne Rost. Mehrere Zellen bilden einen Block, mehrere Blocks eine Batterie. Ein moderner Müllofen vermag für 1 Quadratmeter Rostfläche pro Stunde über 1000 kg Müll zu verbrennen, d. h. die Tages-Müllproduktion von etwa 2000 Personen. Bei den hohen Temperaturen der modernen Müllöfen ist das Verbrennungsprodukt, die Schlacke, hart und gut brauchbar. Sie dient zur Herstellung von Schlackensteinen und kann auch bei der Betonbereitung Verwendung finden.

Müll läßt sich, wie das Beispiel von Frankfurt a. M. zeigt, auch gemeinsam mit getrocknetem Klärschlamm verbrennen.

Vom hygienischen Standpunkt ist eine Beschickungsart der Öfen mit dem Müll zu fordern, bei welcher die Arbeiter möglichst wenig durch Staub und Gase belästigt werden. Das gleiche gilt für die Beseitigung der Flugasche, für welche pneumatische Förderung anzustreben ist. Auch die Entschlackung muß ohne große Belästigung und Gefahr vor sich gehen können und den Arbeitern muß ausreichende Reinigungsgelegenheit gewährt werden.

Die Müllbeseitigung einer Stadt kann nicht schematisch, sondern nur nach Lage der jeweiligen Verhältnisse geordnet werden. Bei der Wahl eines Ofens sind zumeist Versuche mit dem Müll der betreffenden Ortschaft vorauszuschicken.

Die Abb. 186 zeigt den Durchschnitt einer Müllverbrennungsanlage (System Dörr-Didier), welche von den Firmen Gebr. Sulzer und der Stettiner Chamottefabrik gemeinsam für Davos erbaut worden ist.

Handelt es sich um die Müllbeseitigung in einzelnen Kranken- usw. Anstalten, d. h. um kleinere Mengen Müll, die aber ihrer Infektiosität wegen besser vernichtet, als gestapelt werden, so können kleinere Öfen verwendet werden, z. B. die Verbrennungsöfen von H. Kori-Berlin.

I. Die Kadaververnichtung.

Das einfachste Verfahren der Kadaververnichtung ist das Vergraben. Es sollte aber nur dann stattfinden, wenn die weiter unten angegebenen Verfahren nicht anwendbar sind. Die vorher mit Kalk oder kresolhaltigen Flüssigkeiten äußerlich vorbehandelten Kadaver müssen mit einer mindestens 1 m dicken Erdschicht bedeckt werden. Das Grundwasser auf dem „Wasenplatz" darf nicht höher als 2 m unter Terrain stehen. Das Beweidenlassen der Vergrabungsstellen ist verboten. Abdeckereien sind einzufriedigen. In den Arbeitsräumen müssen die Fußböden undurchlässig, die Wände glatt und abwaschbar sein. Für die entstehenden Abwässer sind undurchlässige Gruben anzulegen. Vor ihrer Entleerung ist der Inhalt zu desinfizieren. Die Abholung der Kadaver muß in geschlossenen Fahrzeugen, aus denen Flüssigkeiten nicht aussickern können, geschehen. Die Abgabe von Fleisch aus Abdeckereien, auch als Futtermittel für Tiere, ist im allgemeinen verboten, desgleichen das Halten von Schweinen auf dem Abdeckereigrundstück. Dagegen dürfen, soweit veterinärpolizeiliche Bestimmungen dem nicht entgegenstehen, von den Kadavern die Häute, Knochen, Hörner, Hufe, Klauen, Haare, Wolle, Borsten und Federn, Flechsen nach Auskochung oder Trocknung, Fett nach Kochung oder Ausschmelzung verwendet werden. Die Abdeckereien unterliegen der amtstierärztlichen Beaufsichtigung.

In modernen Abdeckereien (Fleischvernichtungsanstalten) werden die den Seuchen erlegenen Tiere und die große Menge der Schlachthofkonfiskate, der verdorbenen Fleischwaren, einschließlich Wild und Fische aller Art, durch thermische Verfahren wieder nutzbar gemacht.

Gewöhnlich verwendet man hierzu Apparate, bei welchen Dampf von 3—5 Atmosphären Überdruck zur Sterilisation und zur Auflösung der Tierkörper verwendet wird. Eine Reihe von Systemen sind hierfür angegeben worden, so von Podewils, Venuleth und Ellenberger, Rud. A. Hartmann u. a. Das letztgenannte möge als Beispiel kurz an der Hand der Abb. 187 beschrieben werden.

Nachdem der Extraktionsapparat mit Rohmaterial gefüllt ist, beginnt der Kochprozeß durch Heizen des Apparates und Einleiten von Dampf von 4 Atmosphären Spannung in das Innere der Extraktortrommel. Das Rohmaterial zerfällt unter seiner Einwirkung, die Flüssigkeiten, Fett und Leimbrühe fließen nach den Nebengefäßen ab, dabei sammelt sich das Fett im Fettabscheidegefäß an der höchsten Stelle an. Die Leimbrühe wird von Zeit zu Zeit nach dem Leimverdampfer abgelassen, um in diesem während des Betriebes zu Leimgallerte eingedickt zu werden. In der Siebtrommel des Extraktionsapparates bleibt die ausgekochte

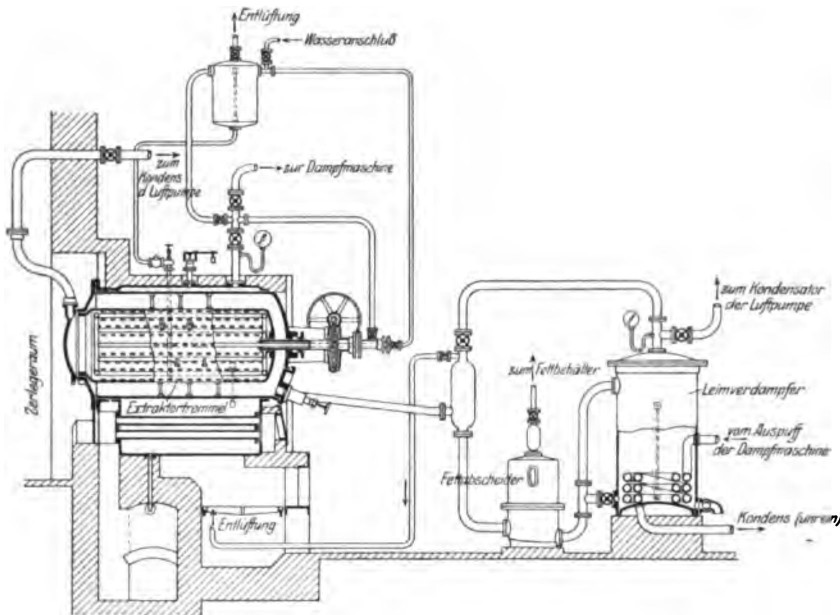


Abb. 187. Kadaververwertungsapparat mit Unterfeuerung von Rud. A. Hartmann.

Fleischfaser zurück, die im Extraktionsapparat unmittelbar im Anschluß an den Kochprozeß getrocknet wird. Der Kochprozeß dauert etwa 3—4, der Trockenprozeß 2—3 Stunden. Nach Beendigung des Kochprozesses wird die Luftpumpe angestellt, um die nassen Dämpfe, die sich aus dem Trockengut entwickeln, abzusaugen und im Kondensator der Luftpumpe niederzuschlagen. Das lufttrockene Fleischmehl wird aus dem Apparat durch Einsetzen von Stahldrahtbürsten, die das Fleischmehl durch die Öffnung an der Deckelseite des Apparates in den Apparateraum befördern, entleert.

Fett und Tierkörpermehl sind die wertvollsten Produkte. Das Fett wird zu Schmiermitteln und Seifen verarbeitet, das Tierkörpermehl, dem meist ein Teil des getrockneten Leimes beigemengt wird, kann unbedenklich als Futtermittel für Tiere dienen, da es wegen der bei der Herstellung angewandten hohen Temperatur von ungefähr 140° frei von Infektionserregern, auch von Milzbrandkeimen ist.

Die Verbrennung von Tierkadavern kann in fahrbaren und stationären Öfen vorgenommen werden. Von den letzteren ist am

verbreitetsten das System Kori-Berlin. Immerhin eignet sich die Verbrennung mehr für kleinere als für größere Betriebe.

In bakteriologischen Laboratorien lassen sich kleine Seuchenkadaver, wie Ratten u. dgl. durch Auflösen in konzentrierter Schwefelsäure sicher und gefahrlos beseitigen.

K. Leichenbestattung und Leichenverbrennung.

Die Feststellung des eingetretenen Todes und der Todesursache sollte, wenn irgend möglich, durch die von einem approbierten Arzte ausgeübte Leichenschau erfolgen. Tatsächlich wird die Leichenschau in gewissen Bezirken des Deutschen Reiches nur von dafür vorgebildeten Laien vorgenommen (Hebammen und Lehrer sind als Leichenbeschauer nicht zuzulassen). Ärztliche Leichenschau wird gefordert vor Leichentransporten und Feuerbestattungen, bei letzteren sogar die amtsärztliche.

Nach dem Ableben des Körpers setzen alsbald, oft bereits nach wenigen Stunden die zunächst unter dem Bilde der Fäulnis verlaufenden Zersetzungserscheinungen ein. Schon aus diesem Grunde ist es nicht angängig, Leichen längere Zeit in bewohnten Räumen zu belassen, zumal, wenn die Wohnungsverhältnisse enge sind. Da aber eine Bestattung der Leichen unter gewöhnlichen Verhältnissen erst nach Ablauf einer gewissen Frist — in Preußen 72 Stunden nach Eintritt des Todes — erfolgen darf, so muß aus Gründen der öffentlichen Gesundheitspflege für genügende, mit Wohnungen nicht zusammenhängende Räumlichkeiten gesorgt werden, in welchen die eingesargten Leichen bis zum Augenblicke der Bestattung untergebracht werden können, d. h. für sog. Leichenhallen oder Totenkammern. Falls dringende Gründe (s. u.) nicht dagegen sprechen, sollte die Einsargung zur Vermeidung von Mißgriffen bei scheintoten Personen frühestens 24 Stunden nach der ärztlichen Feststellung des Todes oder nur nach Eintritt der Totenstarre und dem Erscheinen der Totenflecke erfolgen dürfen. Dringlich und durch Gesetz zum Teil zur Pflicht gemacht ist die schleunige Entfernung der Leiche vom Sterbeorte in eine Leichenhalle oder einen sonst geeigneten abgesonderten Raum, wenn die Krankheit, welche zur Todesursache geworden, eine „übertragbare" oder „gemeingefährliche" (im Sinne des preußischen und des Reichsgesetzes, vgl. S. 126) war. Solche Leichen sind tunlichst nicht zu waschen und zu bekleiden, sondern unmittelbar, in mit Kresolwasser, Sublimat u. dgl. getränkte Laken gehüllt, einzusargen. Der Sargboden ist mit Flüssigkeiten gut aufsaugendem Material (Sägespäne, Torfmull u. dgl.) reichlich zu bedecken. In größeren Leichenhallen werden die Leichen entweder in einzelne Zellen oder in eine gemeinsame Halle eingestellt. Auch hier empfiehlt es sich, für infektiöse Leichen gesonderte Räume bereit zu halten. Größere Leichenhallen enthalten gewöhnlich außer den Aufbewahrungsräumen für die Leichen eine Kapelle für die Trauerfeier, einen Sektionsraum, Zimmer für Ärzte, Geistliche, Gerichtspersonen und Wärter, ferner Aborte und Baderäume.

Bei Todesfällen an „gemeingefährlichen" und einer Reihe von „übertragbaren" Krankheiten ist die Ausstellung der Leiche im Sterbehause oder im offenen Sarge zu untersagen, das Leichengefolge möglichst zu beschränken, die Bestattung tunlichst zu beschleunigen, die bei der Einsargung beschäftigt gewesenen Personen sind zu überwachen. Die

Beförderung solcher Leichen nach einem anderen als dem ordnungsmäßigen Beerdigungsort ist zu untersagen.

Transporte nicht infektiöser Leichen nach außerhalb sind nur auf Grund eines Leichenpasses angängig, und zwar in völlig dichten Särgen (luftdichter Zinkeinsatz). Leichen von Personen, welche an einer „gemeingefährlichen" Krankheit gestorben sind, dürfen erst 1 Jahr nach dem Tode nach vorhergegangener Exhumierung unter bestimmten Vorsichtsmaßregeln transportiert werden, bei den in Frage kommenden „übertragbaren Krankheiten" hat der Kreisarzt zu entscheiden, ob Bedenken gegen den Transport bestehen.

In Ausnahmefällen findet eine künstliche Konservierung der Leichen (Einbalsamierung) durch Einspritzung desinfizierender Flüssigkeiten in das Gefäßsystem statt, für gewöhnlich soll aber durch die Bestattung eine möglichst schnelle Zerstörung des Leichnams angebahnt werden.

Die am häufigsten geübte Art der Bestattung ist das Erdbegräbnis. Je nach den Umständen, im besonderen je nach Art der Einsargung und Bodenbeschaffenheit findet die völlige Auflösung der Weichteile einer erwachsenen Leiche in 5—10 Jahren statt, während sich die Skeletteile unter günstigen Verhältnissen Hunderte von Jahren erhalten können. Nach den einleitenden Prozessen der stinkenden Fäulnis, welche im Erdgrabe etwa 3—4 Monate währen, beginnt bei genügender Ventilation des Bodens der Verwesungsprozeß, welcher eine langsame Oxydation ohne nennenswerte Bildung übelriechender Produkte darstellt. In luftdicht geschlossenen Metallsärgen kann die Zersetzung nur durch Fäulnis stattfinden. Bei der Verwesung spielen neben den Bakterien auch die Schimmelpilze eine Rolle, ferner Fliegenmaden, Würmer und Käfer.

Am geeignetsten zur Herbeiführung einer schnellen Zersetzung sind lufthaltige Kies- und Sandböden. Lehmboden verzögert die Zerstörung.

Besondere Abnormitäten der Zersetzung sind die Eintrocknung (Mumifikation) und die Adipocire- (Leichenwachs-) Bildung. Erstere erfolgt bei sehr starker Belüftung und gleichzeitiger Trockenheit (Leichen im Bremer Domkeller und an anderen Orten), letztere in feuchten Grabstellen bei ungenügender Sauerstoffzufuhr. Das Leichenwachs besteht aus Fettsäuren und Seifen und entsteht nicht nur aus dem präformierten Fett der Leichen, sondern auch postmortal aus Eiweißstoffen.

Neu anzulegende Begräbnisstätten sollen außerhalb der Ortschaften liegen und der Sonne und dem Wind freien Zutritt gewähren. Das Gelände soll wegen der bei starken Regenfällen sonst zu befürchtenden Abschwemmungen nicht zu stark abfallen. Der Untergrund soll luftdurchlässig sein, d. h. am besten aus kiesigem Sande bestehen. Lehm-, ton- und humusreicher Erdboden ist möglichst zu vermeiden.

Das Grundwasser muß mindestens 0,5 m unter der Grabsohle bleiben, d. h. es darf bei der üblichen Tiefe der Gräber zwischen 1,50 und 2 m höchstens bis 2,0—2,5 m unter Terrain ansteigen. Nötigenfalls muß der Grundwasserstand durch Drainage gesenkt werden.

An Bodenfläche für das Grab eines Erwachsenen, einschließlich der Trennungsflächen von den Nachbargräbern werden rund 4 qm Fläche benötigt. Als Grab selbst wird eine 2 m lange und 1 m breite Grube ausgehoben.

Eine Neubelegung der Grabstellen sollte frühestens nach 20—25 Jahren zulässig sein (Beerdigungsturnus).

Wünschenswert ist es, daß die Friedhöfe parkähnlich ausgestaltet, d. h. für jedes Grab eines Erwachsenen durchschnittlich eine größere Fläche als 4 qm in Ansatz gebracht werden. Gut angelegte und betriebene Begräbnisstätten bieten keine Gefahren für die Gesundheit der Anwohner, weder durch aus den Gräbern aufsteigende Verwesungsdünste noch durch Verunreinigung des Grundwassers. Immerhin wird man auf oder nahe dem Friedhofsgelände angelegte Flachbrunnen nicht als Trinkwasserquellen benutzen, wenigstens nicht solche, bei welchen der Friedhof im Grundwasserstrom oberhalb der Brunnen liegt.

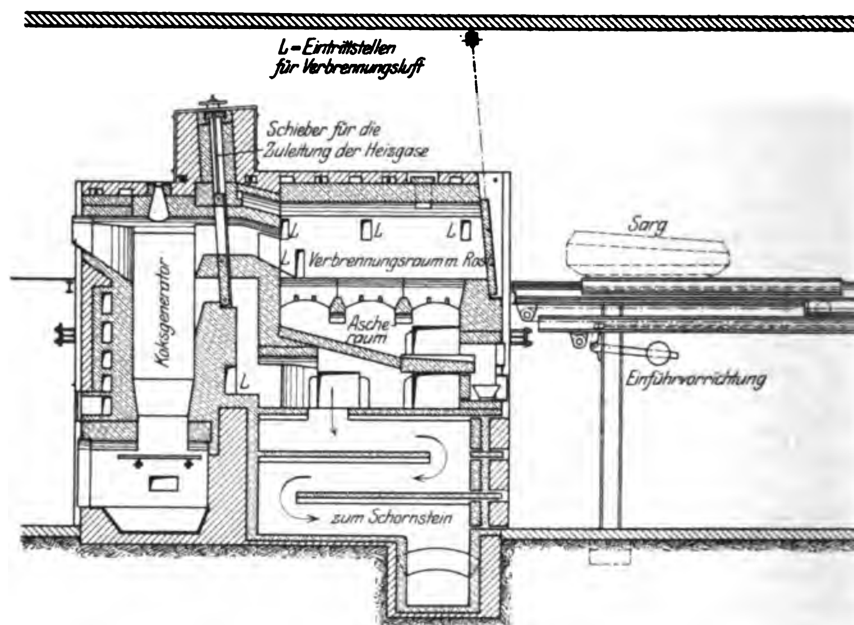


Abb. 188. Durchschnitt durch einen Leicheneinäscherungsofen (System Schneider).

Pathogene, nicht sporenhaltige Bakterien gehen in den Leichen innerhalb weniger Monate zugrunde. Milzbrandsporen halten sich naturgemäß länger entwicklungsfähig.

Gruftanlagen (Erbbegräbnisse u. dgl.) haben keine hygienischen Vorzüge vor dem Erdgrab, können im Gegenteil gelegentlich zu Mißständen führen (Verwesungsgerüche, Kohlensäureanhäufung). In Kirchen ist ihre Anlage nicht mehr gestattet.

Die Leichenverbrennung ist die zweite Art der zur Zeit üblichen Bestattungsarten. Sie findet nicht durch die offene Flamme selbst, sondern durch in besonderen Öfen mittels Regenerativfeuerung (Siemens) erzeugte Hitzestrahlung bzw. hochtemperierte Luft von 800—1000° statt, so daß eine völlige Veraschung des Körpers einschließlich der Skeletteile stattfindet. Dabei fängt der Leichnam allerdings selbst Feuer. Bei Generatoröfen wird der Brennstoff zunächst in ein brennbares Gas, z. B. Koks in Kohlenoxyd, das Generatorgas, übergeführt (s. u.) und dasselbe an der Verbrauchsstelle mit Luft verbrannt. Hierbei entstehen die hohen Temperaturen.

Die in Deutschland benutzten Ofensysteme sind das System Schneider (Stettiner Chamottefabrik) und das System Klingenstierna-Beck (Offenbach). Auch transportable Öfen sind konstruiert worden. Sie können bei der Beseitigung von Seuchenleichen unter Umständen gute Dienste tun, doch arbeitet die Beerdigung schneller.

Eine Leichenverbrennung dauert, abgesehen von der für das Anheizen des Ofens erforderlichen Zeit, etwa 2 Stunden. Das Gewicht der verbleibenden Asche, die hauptsächlich aus Kalziumphosphat besteht, beträgt bis zu $2^1/_2$ kg.

Die Abb. 188 zeigt den Längsdurchschnitt eines Leicheneinäscherungsofens System Rich. Schneider in seiner neuesten Konstruktion. Der in den Koksgenerator eingefüllte Koks verbrennt unter Zuführung von Betriebsluft zu Kohlensäure, welche sich bei dem Hindurchstreichen durch die darüber befindlichen und durch diese Verbrennung stets in höchster Glut gehaltenen Mengen glühenden Kokses zu Kohlenoxyd reduziert. Das entstehende Gemisch von Gasen (Kohlenoxyd, Wasserstoff usw.), das Heizgas, wird durch Hinzutreten von Luft völlig verbrannt. Die Verbrennungsgase treten in den Verbrennungsraum ein und werden durch den Schornsteinzug gezwungen, von oben nach unten durch den Raum zu streichen. Nach 3—4stündiger Anheizung ist das Mauerwerk rotglühend geworden und der Ofen zur Vornahme der Verbrennung bereit. Die erzeugten Temperaturen betragen rund 1000°. Bei dieser Temperatur vollzieht sich die Einäscherung einer Leiche ungefähr in $1^1/_2$ Stunden vollkommen rauch- und geruchlos.

Die Beisetzung der Asche erfolgt in verschlossenen Urnen in Kolumbarien (Urnenhallen) oder auch durch Beerdigung des Aschengefäßes. Hierfür wird $^1/_4$ qm als notwendige Platzfläche gerechnet.

Eine besonders vollkommene und imposante Anlage für Feuerbestattung befindet sich beispielsweise auf dem neuen Leipziger Südfriedhof. Nach dem preußischen Gesetz vom 14. September 1911 darf die Einäscherung einer Leiche nur erfolgen, falls eine dahingehende Willenserklärung des Verstorbenen vorliegt. Vorauszugehen hat der Bestattung die amtsärztliche Totenschau, bei welcher auch zugleich festgestellt wird, ob die Einkleidung der Leiche und die Beschaffenheit des Sarges den für die Feuerbestattung vorgeschriebenen gesetzlichen Bedingungen entspricht. Durch die gesetzlichen Bestimmungen sind auch die seitens der Rechtspflege gegen die Feuerbestattung erhobenen Bedenken fast ganz beseitigt. Vom rein hygienischen Standpunkt ist der Feuerbestattung ein Vorzug gegenüber der Erdbestattung nicht einzuräumen. Für die Feuerbestattung sprechen aber gewisse ästhetische Gesichtspunkte und der Umstand, daß bei großen Städten ausreichendes Gelände für die Anlage von Friedhöfen oft schwer oder nur in sehr großer Entfernung von der Stadt zu bekommen ist. Andererseits bilden aufgelassene Friedhöfe für manche Städte später eine willkommene Parkanlage.

Die Bestattung von Leichen durch Versenken in das Meer findet nur auf längeren Seereisen vom Schiff aus statt.

L. Behördliche Maßnahmen gegen die seitens der Abfallstoffe der Gesundheit drohenden Gefahren.

Wie bei der Wasserversorgung bildet die Grundlage für die Regelung und Beaufsichtigung der Beseitigung der Abfallstoffe der § 35 des Reichsgesetzes betreffend die Bekämpfung gemeingefährlicher Krankheiten vom 30. Juni 1900, nach welchem die dem allgemeinen Gebrauche dienenden Einrichtungen für Fortschaffung der Abfallstoffe fortlaufend durch staatliche Beamte zu überwachen sind. Die

Gemeinden sind verpflichtet, für die Beseitigung der vorgefundenen gesundheitsgefährlichen Mißstände Sorge zu tragen. Sie können nach Maßgabe ihrer Leistungsfähigkeit zur Herstellung von Einrichtungen der bezeichneten Art, sofern dieselben zum Schutze gegen übertragbare Krankheiten erforderlich sind, jederzeit angehalten werden.

In Preußen regeln die §§ 75 und 84 a der Dienstanweisung für die Kreisärzte vom 1. Sept. 1909 die Tätigkeit der beamteten Ärzte auf diesem Gebiete.

Was die Verhütung der Flußverunreinigung anbelangt, so ist durch Bundesratsbeschluß vom 25. April 1901 dem Reichs-Gesundheitsrat die Aufgabe übertragen worden, in Fällen, in welchen zwischen verschiedenen Bundesstaaten Unstimmigkeiten über die zulässige Belastung eines mehreren Bundesstaaten gemeinsamen Flußlaufes entstanden sind, auf Antrag eine vermittelnde Tätigkeit auszuüben und gutachtliche Vorschläge zu machen. Diese Gutachten sind aber nicht bindend. Ein Reichsabwassergesetz würde daher hier eine wichtige Lücke der Gesetzgebung ausfüllen.

Die größeren Bundesstaaten haben Wassergesetze erlassen, so Württemberg 1901, Bayern 1907, Sachsen 1909, Baden und Preußen 1913.

Das 401 Paragraphen umfassende preußische Wassergesetz vom 7. April 1913 teilt die Gewässer nach ihrer Größe in Wasserläufe I., II. und III. Ordnung. Das Gesetz verbietet (§ 19) das Hineinbringen jeder Art fester und schlammiger Stoffe und schreibt vor (§ 23), daß, wer Wasser oder andere flüssige Stoffe über den Gemeingebrauch hinaus, d. h. so, daß andere hierdurch benachteiligt werden, in einen Wasserlauf einleiten will, dies vorher der Wasserpolizeibehörde anzuzeigen hat. Diese kann die Einleitung untersagen. Für den Schaden, der durch die unerlaubte Verunreinigung eines Wasserlaufes entsteht, haftet nach § 24 der Unternehmer der Anlage. Auch durch „Verleihung" kann das Recht, Wasser oder andere flüssige Stoffe oberirdisch oder unterirdisch, unmittelbar oder mittelbar einzuleiten, erworben werden (§ 46). Zur Eintragung solcher Rechte sind Wasserbücher anzulegen. Zur Reinhaltung der Gewässer können nach § 206 Wassergenossenschaften, zur Ermittelung unzulässiger Verunreinigungen Schauämter gebildet werden (§ 356). Auf Grund des § 370 ist in Berlin ein Landeswasseramt ins Leben gerufen worden. Über den Antrag auf Verleihung beschließt nach § 64 der Bezirksausschuß (Verleihungsbehörde). Gegen den Beschluß über den Verleihungsantrag steht die Beschwerde bei dem Landeswasseramt sowohl dem Unternehmer als auch den übrigen Parteien zu (§ 76).

Für Kanalisationsanlagen kommt seit Inkrafttreten des Wassergesetzes die landespolizeiliche Genehmigung nicht mehr in Frage, sondern nur die wasserpolizeiliche, falls nicht das Recht durch Verleihung nachgesucht wird. Durch preußischen Ministerialerlaß vom 13. Juli 1914 sollen die Wasserpolizeibehörden (für Wasserläufe erster Ordnung der Regierungspräsident, für diejenigen zweiter und dritter Ordnung Landrat und Ortspolizeibehörden) aber alle größeren Kanalisationsprojekte vor der Entscheidung durch den Regierungspräsidenten der Zentralinstanz vorlegen lassen. Ist der Antrag auf Verleihung gestellt, so kann die Wasserpolizeibehörde auf Grund des § 49 Widerspruch erheben. Die Verleihung darf dann nur mit Zustimmung der Minister für Handel und Gewerbe und der öffentlichen Arbeiten erfolgen.

Die preußischen Kreisärzte sind nach § 76 ihrer Dienstanweisung ebenfalls gehalten, die Reinhaltung der Wasserläufe und die Wirkung etwa vorhandener Kläranlagen zu überwachen. In schwierigen Fällen soll der Kreisarzt die preußische Landesanstalt für Wasserhygiene in Berlin-Dahlem zu Rate ziehen.

Die Müllbeseitigung pflegt durch Polizeiverordnungen geregelt zu werden. Im übrigen gehört der Müll zu den festen Abfallstoffen im Sinne des § 75 der Kreisarztdienstanweisung. Der Kreisarzt hat also Mißständen auch auf diesem Gebiete entgegenzutreten.

Die Vorschriften über die Kadaverbeseitigung stützen sich auf das Reichsgesetz, betr. die Beseitigung von Tierkadavern vom 17. Juni 1911 und die Anlage C zu den Ausführungsvorschriften des Bundesrats zum Reichs-Viehseuchengesetz vom 7. Dez. 1911 (Anweisung für die unschädliche Beseitigung von Kadavern und Kadaverteilen).

Für die Aufbewahrung, Einsargung, Beförderung und Bestattung von Leichen von Personen, welche an einer gemeingefährlichen Krankheit gestorben sind, können auf Grund des § 21 des Reichsseuchengesetzes besondere Vorsichtsmaßregeln angeordnet werden. Das gleiche ist nach dem § 8 des preußischen Gesetzes, betreffend die Bekämpfung übertragbarer Krankheiten bei Diphtherie-, Ruhr-, Typhus-, Milzbrand- und Rotzleichen zulässig.

Der preußische Kreisarzt hat nach § 68 seiner Dienstanweisung sich mit der Ausbildung, Prüfung und Kontrolle von Leichenbeschauern zu beschäftigen und nach den §§ 110—114 bei den an den oben genannten Infektionskrankheiten Verstorbenen die Einhaltung der erlassenen Vorschriften zu überwachen, ferner bei Bedarf Leichenpässe auszustellen, sich gutachtlich bei notwendig werdenden Exhumierungen, ferner bei der Anlegung und Erweiterung von Begräbnisplätzen zu äußern und die letzteren auch zu beaufsichtigen. Die Genehmigung zur Anlegung eines kirchlichen Begräbnisplatzes steht dem Regierungspräsidenten zu.

Hinsichtlich der Feuerbestattung ist oben bereits auf das preußische Gesetz vom 14. Sept. 1911 hingewiesen worden. Unter dem 29. September des gleichen Jahres hat der Minister des Innern die zu ihm gehörigen Ausführungsbestimmungen erlassen, unter dem 5. Juni 1919 Anordnungen über die Abänderung einzelner dieser Ausführungsbestimmungen.

M. Untersuchungsmethoden.

(Vgl. auch Bodenuntersuchung.)

1. Die Untersuchung der Vorflut.

Die zur Anwendung gelangenden physikalischen und chemischen Methoden sind im großen und ganzen die nämlichen, die bei der Untersuchung des Trinkwassers im dritten Abschnitt dieses Buches (S. 310 ff.) bereits kurz erörtert worden sind. So stellt man die äußere Beschaffenheit, die Reaktion, den Kaliumpermanganatverbrauch fest, prüft auf Salpetersäure, Salpetrige Säure, Ammoniak, Chlor und Schwefelwasserstoff. Handelt es sich um eine Belastung der Vorflut mit gelösten Salzen (z. B. mit Kalifabrikabwässern), so leistet bisweilen die Feststellung der wechselnden elektrischen Leitfähigkeit des Flußwassers mittels der Kohlrauschschen Brücke gute Dienste. In Abb. 123 (S. 311) ist der handliche hierfür von Pleißner zusammengestellte Apparat bereits dargestellt worden. Hinzu kommt die Bestimmung der Gesamtmenge der Schwebestoffe und ihr Aschegehalt, die Bestimmung der Menge der absetzbaren Schwebestoffe, des Gehalts des Wassers an gelöstem Sauerstoff (das sog. „Sauerstoffdefizit“) und der Größe des Sauerstoffschwundes im Wasser bei längerer Aufbewahrung in geschlossener Flasche (die sog. „Sauerstoff-

zehrung“). Auf diese beiden letzten Verfahren soll hier noch kurz eingegangen werden.

Die Bestimmung des im Wasser gelösten Sauerstoffs wird nach der Methode von L. W. Winkler vorgenommen. Setzt man einem Wasser Manganchlorür und Natronlauge zu, so bildet sich Manganohydrat. Dasselbe oxydiert sich entsprechend der im Wasser vorhandenen Menge



Abb. 189. Flasche zur Bestimmung des gelösten Sauerstoffs.

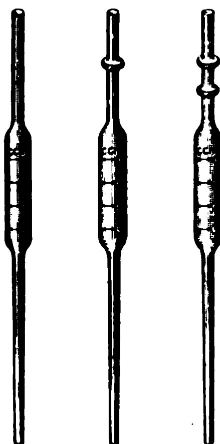


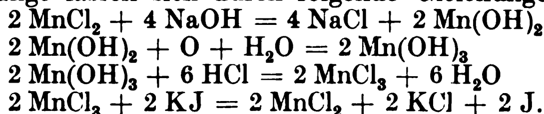
Abb. 191. Pipetten zur Ausführung der Bestimmung des gelösten Sauerstoffs.



Abb. 190. Entnahmeapparat für Wasserproben zwecks Bestimmung des gelösten Sauerstoffs.
aa = Sauerstoffflaschen; e = Aufnahmegefäß; g—f—h = Steigleitung mit Rückschlagventil; i = Luftauslaß; b, c, d = Vorrichtung zur Entnahme der Bakterienprobe.

von freiem Sauerstoff zu Manganihydroxyd. Zersetzt man dieses durch Zugabe von Salzsäure, so bildet sich Manganichlorid und dieses macht bei Gegenwart von Jodkalium eine dem absorbierten Sauerstoff entsprechende Menge von Jod frei, das in der bekannten Weise durch eine Natriumthiosulfatlösung von bestimmtem Gehalt titrimetrisch gemessen wird.

Die Vorgänge lassen sich durch folgende Gleichungen darstellen:



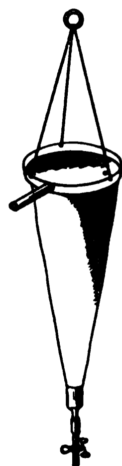
$$2\,MnCl_2 + 4\,NaOH = 4\,NaCl + 2\,Mn(OH)_2$$
$$2\,Mn(OH)_2 + O + H_2O = 2\,Mn(OH)_3$$
$$2\,Mn(OH)_3 + 6\,HCl = 2\,MnCl_3 + 6\,H_2O$$
$$2\,MnCl_3 + 2\,KJ = 2\,MnCl_2 + 2\,KCl + 2\,J.$$

Zur Ausführung der Untersuchung muß das Wasser in Flaschen von ungefähr 300 ccm Inhalt (vgl. Abb. 189), die einen eingeschliffenen, schräg abgeschnittenen Glasstopfen besitzen, unter Vermeidung jeglicher Luftbeimischung oder Luftentziehung an Ort und Stelle eingefüllt werden. Am besten bedient man sich hierzu besonderer Entnahmeapparate, bei welchen das zu untersuchende Flußwasser die Flaschen zwangsläufig einige Zeit durchströmen muß (vgl. Abb. 190). Man führt nun mittels einer besonderen Pipette mit langer Spitze (vgl. Abb. 191) zuerst 3 ccm einer jodkaliumhaltigen 33%igen Natronlauge und dann 3 ccm einer 80%igen Manganochloridlösung derart ein, daß die Reagenzien am Boden der Flasche bleiben. Nach Aufsetzen des Glasstopfens (keine Luftblase einschließen!) neigt man die Flasche einige Male langsam hin und her, um den Niederschlag im ganzen Inhalt zu verteilen. Dann läßt man sorgfältig absetzen. Danach wird der Stopfen wieder gelüftet und in der beschriebenen Weise eine Menge von 3—5 ccm konzentrierter reiner Salzsäure vom spezifische Gewicht 1,19 eingefüllt. Hierdurch löst sich der Niederschlag mit je nach dem Sauerstoffgehalt mehr oder minder gelber bis brauner Farbe. Der Inhalt der Flasche wird dann in ein geräumiges Becherglas quantitativ übergefüllt und mittels einer $^1/_{100}$ Normalthiosulfatlösung in bekannter Weise unter Zugabe von Stärkelösung als Indikator der Jodgehalt der Flüssigkeit ermittelt. Der Inhalt der benutzten Flaschen muß genau bekannt sein. Von ihm werden 6 ccm für die beiden ersten eingefüllten Reagenzien in Abzug gebracht und der Jodgehalt dann auf ein Liter umgerechnet. Unmittelbar auf Sauerstoff bezogen, entspricht jeder Kubikzentimeter der $^1/_{100}$ Normalnatriumthiosulfatlösung 0,08 mg Sauerstoff. Das Wasser nimmt bei voller Sättigung mit Sauerstoff je nach seiner Temperatur verschiedene Mengen dieses Gases auf, die sich in dem Temperaturintervall von 0—20° zwischen 14,57 und 9,10 mg im Liter bewegen. (Genaue Tabellen über die Sättigungswerte bei verschiedenen Temperaturen enthalten die Lehrbücher der Wasseruntersuchung.) Bei der Bestimmung des „Sauerstoffdefizits" muß daher die Temperatur des Wassers bei der Entnahme genau bekannt sein, um den entsprechenden Sättigungswert zu kennen. Zieht man von diesem Sättigungswert den tatsächlich gefundenen Sauerstoffwert ab, so ergibt die Differenz das „Sauerstoffdefizit". Entnimmt man gleichzeitig zwei Wasserproben unter den gleichen Bedingungen und bestimmt in der einen den Sauerstoffgehalt sofort, in der anderen aber den Sauerstoffgehalt erst nach einer Aufbewahrungszeit von 24 oder 48 Stunden, wobei die Flaschen vor Licht zu schützen, aber dauernd einer gleichmäßigen Temperatur von 20—22° auszusetzen sind, so ergibt die Differenz zwischen beiden Bestimmungen die „Sauerstoffzehrung". Sie leistet im allgemeinen mehr als die Keimzählung. Beide Werte gehen im übrigen gewöhnlich miteinander parallel.

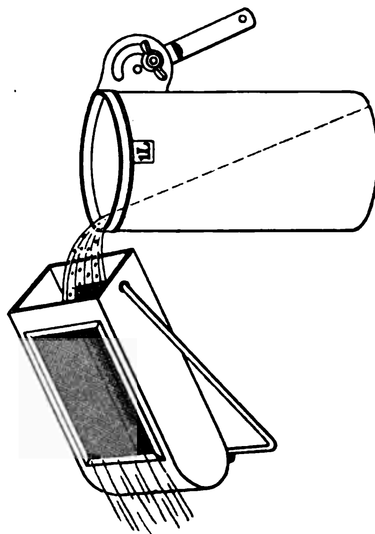
Eine immer wichtigere Bedeutung hat im Laufe der Zeit die biologische Untersuchung der Gewässer gewonnen, denn sie gibt keine zufälligen Augenblicksbilder, wie die chemische und bakteriologische Untersuchung, sondern zeigt, welche Wirkung im Laufe der Zeit die Abwässer ausgeübt haben. Die biologische Untersuchung gibt uns auch den besten Aufschluß über die Selbstreinigung der Gewässer, da bestimmte Organismen für stark verunreinigtes Wasser, andere wieder für ein mäßig verunreinigtes Wasser und andere schließlich für ein nicht verunreinigtes Wasser charakteristisch sind (Polysaprobien, Mesosaprobien, Oligosaprobien). Auf sie an dieser Stelle näher einzugehen, ist nicht möglich, es muß ihretwegen vielmehr auf die betreffenden Lehrbücher verwiesen werden. Nur einige orientierende Mitteilungen sollen hier folgen.

Die mittels feiner Netze „absiebbaren" belebten und unbelebten Schwebestoffe des Wassers werden, wie schon auf S. 431 erwähnt, „Seston" genannt. Der belebte Teil des Seston wird als „Plankton" bezeichnet. Das Plankton zerfällt wieder, je nach dem es pflanzlicher oder tierischer Natur ist, in Phytoplankton und Zooplankton, seiner Größe nach in Makro-, Meso-, Mikro- und Nannoplankton (Zwergplankton). Unter letzterem versteht man dasjenige Plankton, das auch durch die feinsten Planktonnetze von $^1/_{15}$ mm Maschenweite nicht zurückgehalten wird.

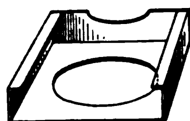
Man kann das Plankton seiner Art und Menge nach beurteilen, nachdem man es durch ein Planktonnetz (Abb. 192a) von feinster Müllergaze

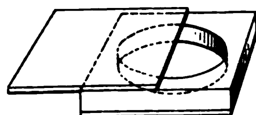


a Planktonnetz.

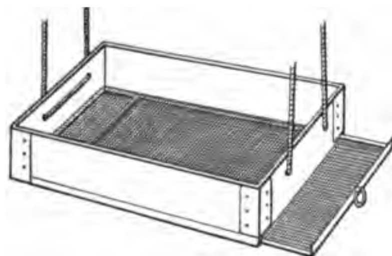


b Planktonsieb.

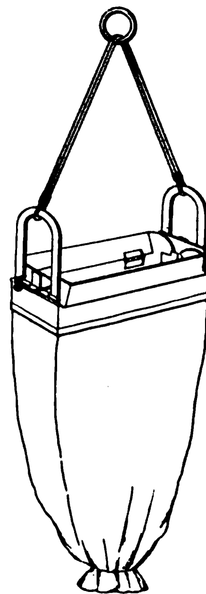




c Planktonkammer.



e Siebkasten zum Auswaschen des Dretscheninhalts.



d Dretsche zur Untersuchung des Flußbodens.

Abb. 192 a—e. Apparate zur biologischen Untersuchung der Vorflut. (Abb. b und c nach Kolkwitz.)

(Seidengaze Nr. 20) oder ein feines metallenes Planktonsieb (Abb. 192b) aus Phosphorbronze Nr. 260 abfiltriert und abzentrifugiert oder in einer

sog. Planktonkammer von 1 ccm Inhalt (Abb. 192c) unmittelbar mit einer starken Lupe betrachtet und eventuell ausgezählt hat.

Die Beschaffenheit des Grundes der Gewässer stellt man durch Probeentnahme mittels einer sog. Dretsche, einer Art Schleppnetz (Abb. 192d) fest. Der mit der Dretsche gehobene Flußboden (häufig Schlamm) wird auf einem Siebkasten (Abb. 192e) ausgewaschen, um die im Schlamme steckenden Organismen zu Gesicht zu bekommen. Ferner werden Proben des Uferbesatzes entnommen und makro- und mikroskopisch auf ihren etwaigen Gehalt an Pilzen (Sphaerotilus und Leptomitus lacteus vgl. Abb. 49; Beggiatoa, vgl. Abb. 47, usw.) u. dgl. untersucht.

2. Die Untersuchung des Abwassers.

Die physikalisch-chemische Untersuchung des Abwassers hat sich zu erstrecken im unfiltrierten Abwasser auf äußere Beschaffenheit, Fäulnisprobe, Reaktion, Schwebestoffe und ihren Aschegehalt, Menge der absetzbaren Schwebestoffe; im filtrierten Wasser auf Abdampfrückstand und seinen Glühverlust, Gehalt an Chloriden, Nitraten oder Nitriten. Sowohl im filtrierten wie im unfiltrierten Abwasser sind festzustellen: Gesamtstickstoff, organischer Stickstoff, Ammoniakstickstoff und Kaliumpermanganatverbrauch. Bei der Untersuchung gewerblicher Abwässer können auch noch andere Aufgaben zu lösen sein. Der Klärschlamm kann ebenfalls Gegenstand der Untersuchung sein.

Die anzuwendenden Methoden sind großenteils die in der Wasseranalyse und in der analytischen Chemie überhaupt gebräuchlichen. Näheres hierüber siehe in den Spezialwerken.

Für den Hygieniker ist am wichtigsten die Feststellung der Fäulnisfähigkeit. Daher möge auf diese Methode hier noch kurz hingewiesen werden. Bereits faulendes Abwasser zeigt Schwefelwasserstoffbildung, es ist aber häufig notwendig, zu wissen, ob ein Abwasser bei längerer Aufbewahrung in Fäulnis geraten kann. Ein abgekürztes Verfahren hierfür ist die Methylenblauprobe, die wie folgt ausgeführt wird.

Von einer 0,05%igen wäßrigen Methylenblaulösung gibt man mittels einer genau kalibrierten Pipette 0,3 ccm auf den Boden eines 50 ccm fassenden, mit Glasstopfen verschließbaren Fläschchens, füllt dann das Fläschchen bis zum Rande mit dem zu prüfenden Abwasser, setzt den Glasstopfen auf, so daß keine Luftblasen im Flaschenhals bleiben, sichert den Glasstopfen durch Überschieben eines Flaschenverschlusses und stellt das Fläschchen in den Brutschrank bei 37°. Ist nach 6 Stunden noch keine Entfärbung eingetreten, so darf man annehmen, daß ein Nachfaulen des Wassers unter Schwefelwasserstoffbildung auch bei tagelanger Aufbewahrung nicht eintreten wird.

Die biologische und die bakteriologische Untersuchung des Abwassers selbst sind von geringerer Bedeutung als die entsprechenden Untersuchungen der Vorflut.

Die Gesichtspunkte für die Beurteilung der Leistungen von Abwasserreinigungsanlagen sind von Thumm zusammengestellt worden (s. Literatur). Es muß auf sie verwiesen werden, da eine Behandlung dieser Fragen mit wenigen Worten nicht möglich ist. Vor einer schematischen Beurteilung der Abwasserfragen muß gewarnt werden.

Bei der Müllbeseitigung wird es sich gelegentlich darum handeln, seine Brennfähigkeit festzustellen. Bei der Beseitigung menschlicher Leichen und tierischer Kadaver kommen unter Umständen Untersuchungen des Bodens und der Grundwasserverhältnisse in Frage.

III. Bau-, Straßen- und Wohnungshygiene.

A. Der Boden.

Der „gewachsene“[1]) Boden, d. h. die äußerste natürliche Schicht der Erdoberfläche ist entstanden durch die Verwitterung der Gesteine, d. h. der Anhäufungen bestimmter Mineralien (Quarz, Glimmer, Feldspat und Zeolithe, Hornblende, Kalkspat, Gips usw.).

Außer den vorgenannten einfachen Gesteinen sind auch die gemengten Gesteine, wie Granit, Gneis, Porphyr, Tonschiefer usw. sowie die sedimentären Gesteine (Sandsteine u. a.) an der Bildung des Bodens beteiligt. Durch die Anhäufung von Pflanzen- und Tierresten entstanden sind Kohle, Torf, Kreide. Durch den Einfluß des Wassers und den ständigen Wechsel der Temperatur kommt es in den Gesteinen zur Bildung von Rissen und Spalten und schließlich zur vollständigen Zertrümmerung der Massen. So entsteht schließlich die „Feinerde“. Neben diesen vorwiegend anorganischen Bestandteilen finden wir die Produkte der Zersetzung pflanzlicher und tierischer Reste als sog. Humus hauptsächlich im Obergrund, der Ackerkrume.

Außer dem Humus sind die praktisch wichtigsten Bodenbestandteile Sand (Hauptbestandteil Quarz), Ton und die kalk- und magnesiahaltigen Komponenten (Dolomite, Gips, Mergel). Dolomit besteht aus kohlensaurem Kalk und kohlensaurer Magnesia, Mergel ist ein Gemenge von Ton mit wenigstens 20% kohlensaurem Kalk. Je nach dem Vorwiegen dieser oder jener Bestandteile spricht der Landmann von Sandboden (über 80% Sand), Tonboden (über 60% Ton), Lehmboden (Gemenge aus Ton, Sand, Glimmer, Kalk und Eisenhydroxyd), Kalkboden (über 50% Kalk), Mergelboden, Humusboden (über 20% Humus). Beim Steinboden, z. B. beim Kies, ist die Zertrümmerung noch nicht bis zum Ende gediehen. Die Übergänge werden bezeichnet als sandiger Lehm, lehmiger Sand und ähnlich.

Hygienisch wichtige Eigenschaften des Bodens sind Luftgehalt (Porenvolumen), Verhalten zum Wasser und Bodentemperatur. Die Größe des Porenvolumen hängt in erster Linie von der Gleichartigkeit oder Ungleichartigkeit der einzelnen Stücke ab. Sind die Bodenpartikelchen gleich groß, so ist ihr Durchmesser ohne wesentlichen Einfluß auf die Größe des Porenvolumens, es beträgt dann gewöhnlich 35—36% des Gesamtvolumens. Häufig ist ein Gemenge von Bodenarten mit verschiedener Korngröße.

Indem die kleineren Körner die Lücken zwischen den gröberen Bestandteilen ausfüllen, wird das Porenvolumen entsprechend verringert; so beträgt z. B. das Porenvolumen bei einem Gemenge aus gleichen Teilen Kies und Sand nur etwa 26%. Bei sperrigen oder lockeren Bodenarten kann das Porenvolumen sehr erheblich werden. So enthält z. B. Moorboden 84% Poren. Das Porenvolumen bestimmt die sog. Wasserkapazität des Bodens.

Abhängig von der Korngröße ist die Luftdurchlässigkeit des Bodens. Ein grobkörniger Boden läßt auch bei geringerem Porenvolumen in der Zeiteinheit weit mehr Luft durch, als ein feinkörniger Boden mit größerem

[1]) Im Gegensatz zum künstlich aufgeschütteten Boden.

Porenvolumen. Je nach dem Durchmesser unterscheidet man: Feinsand (unter 0,3 mm), mittelfeiner Sand (0,3—0,5 mm), grober und sehr grober Sand (0,5—1,0—2,0 mm). Bei Korngrößen über 2 mm spricht man von Kiesen (Feinkies 2—4, Mittelkies 4—7, Grobkies über 7 mm).

Gut durchlässig für Wasser sind gröberer Sand, nicht toniger Sandstein, Schotter, viele Dolomite, manche geschichteten und alle zerklüfteten Gesteine. Undurchlässig sind, außer unzerklüfteten Eruptivgesteinen, Ton, Lehm, Mergel und toniger Sandstein.

Je feinkörniger der Boden ist, um so höher ist sein kapillares Aufsaugungsvermögen für Wasser. Die kapillare Steighöhe beträgt bei mittelfeinem Sande etwa 30 cm und kann bei noch feinerem Material bis zu 2 m anwachsen. Man unterscheidet in den über dem Grundwasser stehenden Bodenschichten drei verschiedene Zonen: Die Zone des kapillaren Grundwasserstandes, die Durchgangszone, durch welche die Niederschläge zum Grundwasser wandern, und die (oberste) Verdunstungszone, welche unter Umständen Wasserdampf an die Atmosphäre abgibt.

Die Höhe der Bodenwärme hängt naturgemäß von klimatischen Verhältnissen ab, doch gehen Boden- und Lufttemperaturen nicht immer miteinander überein. Die täglichen Schwankungen der Lufttemperatur machen sich bereits in 1—1,5 m Erdtiefe nicht mehr bemerkbar, in 20—25 m Tiefe sind auch die Jahresschwankungen nicht mehr erkennbar (neutrale Schicht). Geht man tiefer in die Erde hinein, so nimmt die Bodentemperatur mit je 30—35 m um 1° C zu. Diese Strecke nennt man daher die geothermische Tiefenstufe.

Der Boden, namentlich wenn er viel feinen Ton und Humus enthält, hat ein erhebliches Absorptionsvermögen für gasförmige (z. B. Riechstoffe) und in Wasser gelöste Stoffe. Auf diese Weise wird ein großer Teil der Pflanzennährstoffe wie Kali, Ammoniak, Phosphorsäure u. a. festgehalten. Nitrate lassen sich dagegen leicht auswaschen. Farbstoffe und gewisse Gifte werden bis zu einem gewissen Grade vom Boden aufgenommen. Auch ein chemischer Austausch von Stoffen findet statt (vgl. S. 410, Permutit).

Die Produkte der im Boden sich bei seiner Selbstreinigung abspielenden Zersetzungsvorgänge (Nitrifikation, Fettspaltung, Oxydation von Kohlehydraten) mischen sich sowohl der Bodenluft, wie dem Grundwasser[1]) bei. Das vornehmlichste gasförmige Endprodukt der Zersetzungen, die Kohlensäure, findet sich daher in der Grundluft in bedeutend größerer Menge als in der freien Luft. Während der Kohlensäuregehalt der freien Atmosphäre fast ganz gleichbleibend 0,35‰ beträgt, sind in der Grundluft Werte bis über 100‰ gefunden worden. Der Gehalt wechselt aber erheblich. Die Bodenluft besitzt auch mehr oder minder starke radioaktive Eigenschaften. Da die im Boden verlaufenden Zersetzungen im wesentlichen bakterieller Natur sind, kann der hohe Keimgehalt der oberen Bodenschichten (meist mehrere Hunderttausend in einem Kubikzentimeter Boden) nicht wundernehmen. Nach der Tiefe zu pflegt der Keimgehalt dann rasch abzuklingen, so daß, wenigstens bei jungfräulichem Boden, von etwa $3^1/_2$—4 m an die Keimzahlen nur noch einige Hunderte betragen. Häufig wird der Boden in 4—6 m Tiefe schon steril befunden.

[1]) Vgl. hierzu S. 271 u. 398.

Sporenhaltige Bakterien (Wurzelbazillen, Kartoffelbazillen u. dgl.) sind im Boden sehr häufig. Von besonderem landwirtschaftlichen Interesse sind diejenigen Bodenbakterien, die als Zersetzer stickstoffhaltiger Substanzen (Nitrobakterien) oder als Stickstoffsammler (Knöllchenbakterien) auftreten (vgl. S. 90).

Von pathogenen, im Boden vorkommenden und sich ihrer Sporen wegen daselbst lange lebensfähig haltenden Mikroorganismen sind zu nennen: Gasbranderreger, Milzbrandbazillen und Tetanusbazillen. Sporenfreie pathogene Bakterien gehen im Boden nach einiger Zeit zugrunde (vgl. Erdbestattung).

Durch die Ansiedelung kommt der Mensch in mehr oder minder nahe Berührung mit dem Boden, auf welchem seine Behausung steht. Es wäre daher von vornherein nicht unwahrscheinlich, daß die jeweilige Beschaffenheit dieses Bodens einen großen Einfluß auf die Gesundheitsverhältnisse der Bewohner ausübt. Auf diesem Standpunkt hat bekanntlich der Altmeister der Hygiene v. Pettenkofer gestanden, als er seine lokalistische Lehre von der Entstehung gewisser Infektionskrankheiten (Typhus, Cholera) begründete, und eine Reihe von Anhängern dieser Idee, namentlich Emmerich, haben versucht, auch später noch diese Theorie zu verfechten und experimentell zu stützen. Nach v. Pettenkofer können sich Typhus- und Choleraepidemien nur auf einem für Luft und Wasser leicht durchgängigen unreinen Boden und bei einer bestimmten, relativ geringen Feuchtigkeit des Bodens, d. h. bei sinkendem Grundwasserstand entwickeln (örtliche und zeitliche Disposition). Tatsächlich hat sich in einzelnen Fällen eine gewisse Beziehung zwischen Grundwasserstand und der Ausbreitung von Typhusepidemien feststellen lassen.

Heute findet diese Lehre aber unter den Hygienikern kaum noch Anklang und der Zusammenhang wird auf andere Weise zu erklären versucht. Damit ist die Würdigung des Bodens als hygienischer Faktor zweifellos erheblich geringer geworden. Doch bedürfen auch heute noch unsere Kenntnisse über die unmittelbaren Beziehungen zwischen Boden und Gesundheit der Erweiterung und es ist nicht ausgeschlossen, daß manche der von v. Pettenkofer und seinen Anhängern vertretenen Anschauungen, vielleicht in einer etwas gewandelten Form, noch einmal wieder mehr zur Geltung kommen werden.

Die ungeheure Bedeutung des Bodens im Kreislauf der Materie wird durch diese Streitfragen natürlich nicht berührt.

B. Die Bebauung des Bodens.

1. Bauordnungen.

Die Bebauung der einzelnen Grundstücke regelt die Bauordnung. Die Bauordnungen enthalten meist auch hygienische Mindestforderungen, über deren allgemeinen Wert allerdings das Urteil der Sachverständigen geteilt ist.

Man unterscheidet die geschlossene, halboffene und offene Bauweise. Auf städtischem (namentlich großstädtischen) Boden nehmen die Baukosten und damit der Preis der Wohnungen im allgemeinen in der gleichen Reihenfolge zu.

In Großstädten geht die Entwicklung ganz von selbst dahin, daß sich Geschäftsviertel (City) und Wohnviertel voneinander scheiden. Letztere werden an die Peripherie verlegt.

Je nach dem Charakter der einzelnen Stadtteile pflegen denn auch die Vorschriften der Bauordnung zu wechseln (Abgrenzung verschiedener Bauzonen oder Bauklassen; sog. Zonenbauordnung oder abgestufte oder Staffelbauordnung). Vielfach besteht für gewisse Teile der Stadt das Verbot der Anlage störender Gewerbebetriebe.

Je mehr eine Straße dem Verkehr dient, um so breiter muß sie angelegt werden, um so teurer gestaltet sich die Bebauung der anliegenden Grundstücke und um so größer muß nach Fläche und Höhe die Ausnützung des Grundstücks sein, um den Bau gewinnbringend zu machen. Die sehr bedauerliche Bodenspekulation tut dann das ihrige dazu, die Preise in gesuchten Stadtgegenden so in die Höhe zu treiben, daß die dort gelegenen Häuser vorwiegend nur noch geschäftlichen Zwecken dienen können.

Durch die Bauordnungen werden außer der Einteilung in bestimmte Zonen u. a. festgelegt:

Die größte zulässige Höhe der Häuser, die Größe der von Bebauung freizulassenden Flächen (Höfe), die größte zulässige Zahl der Wohnungsgeschosse u. a. m.

Die Bauordnungen in den einzelnen Städten sind natürlich nicht gleichlautend. Im folgenden soll als Beispiel die Baupolizei-Verordnung für die Vororte von Berlin vom 30. Jan. 1912 benutzt und aus ihr eine Anzahl hygienisch wichtiger Punkte aufgeführt werden. Die zahlreichen feuerpolizeilichen Vorschriften sollen dabei außer Betracht bleiben.

Zur Errichtung baulicher Anlagen bedarf es der baupolizeilichen Erlaubnis. Auf Grund der eingereichten Bauvorlagen, mit welchen zugleich anzugeben ist, wie die Entwässerung des Gebäudes erfolgen soll, wird der Bauschein erteilt. Vor Fertigstellung des Baues erfolgt die Rohbauabnahme durch die Baupolizeibehörde (Erteilung eines Rohbauabnahmescheins). Maurerarbeiten dürfen im Freien bei einer Kälte von mehr als 4° Celsius nicht ausgeführt werden. Mit den inneren und äußeren Putzarbeiten darf frühestens 6 Wochen nach Vollendung des Rohbaues begonnen werden (erste Trockenfrist). Frühestens 6 Monate nach Behändigung des Rohbauabnahmescheins erfolgt die baupolizeiliche Gebrauchsabnahme (zweite Trockenzeit). Nach Behändigung des Gebrauchsabnahmescheins darf das Gebäude in Benutzung genommen werden.

Nur Grundstücke, welche unmittelbar an einen öffentlichen Fahrweg grenzen oder mit einem solchen durch einen für die Dauer gesicherten Zufahrtsweg verbunden sind, dürfen mit Gebäuden besetzt werden.

Im Gebiete der offenen Bauweise müssen alle Gebäude einen Bauwich — Abstand von den seitlichen Nachbargrenzen — von mindestens 4 bzw. 5 m haben. Von der hinteren Nachbargrenze müssen alle Gebäude um die Hälfte ihrer Höhe, mindestens aber 6 m entfernt bleiben. Entsteht durch den Bau von Seitenflügeln usw. ein Hofraum, so muß sich zwischen Vordergebäude, den Hintergebäuden und den Nachbargrenzen ein freier Kreis eintragen lassen, dessen Durchmesser mindestens gleich $^3/_4$ der größten Höhe der Gebäude ist, wenigstens aber 12 m beträgt. (Hierzu einige Sonderbestimmungen.) Bei Eckgrundstücken sind die Forderungen etwas niedriger.

Die Höhe aller Gebäude auf dem Grundstücke darf das Maß der Entfernung zwischen den Baufluchtlinien nicht überschreiten. Sie darf in keinem Fall mehr als 18 m betragen[1]).

Für alle zum dauernden Aufenthalt von Menschen bestimmten Räume bzw. Gebäude gelten folgende Bestimmungen (ebenfalls nur auszugsweise wiedergegeben).

---

[1]) In anderen Bauordnungen werden als Höchstmaß 22 m angegeben.

Sie müssen trocken sein und durch Fenster von ausreichender Größe und zweckentsprechender Lage unmittelbar Luft und Licht von außen erhalten[1]). Sie müssen eine lichte Höhe von mindestens 2,80 m haben, bei Dach- und Kellergeschossen, soweit sie überhaupt bewohnt werden dürfen (s. u.) genügt eine lichte Höhe von 2,50 m.

Die Gebäude müssen gegen aufsteigende Erdfeuchtigkeit und Bodenluft durch wagerechte Isolierschichten in den Mauern und durch eine undurchlässige massive Sohle geschützt werden[2]). Bei Kellerwohnungen müssen die mit dem Erdreich in unmittelbare Berührung kommenden Umfassungswände, falls nicht ein Licht- und Lüftungsgraben vorhanden ist, zum Schutze gegen seitliches Eindringen von Erdfeuchtigkeit außen mit Zementmörtel 2 cm stark verputzt werden. Der Fußboden solcher Räume muß mindestens 40 cm über dem höchsten Grundwasserstand angelegt werden.

Von Einzelvorschriften sind folgende von hygienischer Bedeutung:

Stoffe zur Verfüllung von Balkendecken, Gewölben und Hohlräumen in hölzernen Scheidewänden dürfen durch keine der Gesundheit schädlichen Bestandteile verunreinigt sein; namentlich ist die Verwendung von Bauschutt jeder Art ausgeschlossen.

An den Straßen sind alle Gebäude mit Dachrinnen und Abfallrohren zu versehen.

Der Rauch von Feuerstätten ist durch dichte feuersichere Rohre innerhalb des betreffenden Stockwerkes seitlich in Schornsteine zu leiten. An ein Schornsteinrohr von 250 qcm lichtem Querschnitt dürfen höchstens drei gewöhnliche Zimmeröfen angeschlossen werden. Die Schornsteine sind so anzulegen und zu benutzen, daß die Gebäude und deren Umgebung durch Funken, Rauch und Ruß nicht gefährdet werden. In Küchen, einschließlich der Waschküchen mit geschlossener Feuerung ist ein besonderes Rohr zum Abzuge der Wasserdämpfe einzurichten.

Bei Heizöfen dürfen in den zur Ableitung der Feuergase dienenden Röhren oder Kanälen Verschlußvorrichtungen nicht angebracht werden[3]).

Für Behälter zur vorläufigen Aufnahme von Abgängen aus Hauswirtschaft und Gewerbebetrieb und von Abfallstoffen, sowie Behälter für Asche ist in ausreichender Weise zu sorgen. Feststehende Behälter dieser Art müssen von der Straße mindestens 12, von einem Brunnen je nach dem Grade seiner baulichen Sicherung 5—10 m entfernt bleiben.

Die Anlage von Sickergruben (Verschwindgruben) ist verboten.

Badestuben und Aborte müssen Licht und Luft unmittelbar von außen erhalten.

Für jede selbständige Wohnung muß mindestens ein Abort vorhanden sein. Die Abfallrohre von Abortanlagen mit oder ohne Wasserspülung müssen ein in gleicher Weite über die Dachfläche hinausgeführtes Dunstrohr erhalten.

Für die Anlagen bei systematisch durchgeführter Schwemmkanalisation gelten besondere Vorschriften. Besteht Schwemmkanalisation nicht, so müssen die Auswurfstoffe in undurchlässigen, dicht verschließbaren Tonnen oder Tonnenwagen gesammelt und regelmäßig abgefahren werden. Die Anlage von Gruben für Aborte ist verboten (Ausnahmen für einzelne Bauklassen). Ist ein Gebäude systematisch be- und entwässert, so muß jede selbständige Wohnung einen eigenen Ausguß und einen eigenen Wasserhahn erhalten. Rohre zur Ableitung unreiner Stoffe müssen mit einem bis über den Dachfirst geführten Dunstrohre versehen sein.

Findet die Entwässerung in den Straßenrinnstein statt, so müssen die Wirtschaftswässer vorher auf dem Grundstück einen Schlammfang durchlaufen.

Die Wasserzuführung ist nur dann als geregelt anzusehen, wenn auch im obersten Geschoß ausreichender Wasserdruck vorhanden ist.

Grundstücke ohne geregelte Wasserzuführung müssen mit je einem Brunnen versehen werden, welcher jederzeit reichliches, zum Genuß für Menschen geeignetes Wasser gibt. Kesselbrunnen sind bis zu der wassergebenden Schicht, jedenfalls

[1]) In manchen Bauordnungen wird bestimmt, daß sich die freie Fensterfläche zur Grundfläche wie 1 : 8 oder 1 : 10 verhalten soll.

[2]) Vom hygienischen Standpunkt aus ist zu fordern, daß die Grundmauern eines Hauses nur in reinem, trockenem, lufthaltigem Boden errichtet werden. Das Grundwasser sollte tunlichst nicht höher als 0,5 m unter den Fundamenten stehen.

[3]) Zweckmäßig wären auch Gasöfen ohne Abzug in Badezimmern zu verbieten.

aber bis zu einer Tiefe von 2,50 m von der Oberfläche ab massiv und undurchlässig auszumauern und mindestens 0,30 m hoch über das umgebende Erdreich zu führen.

Die Umgebung des Brunnens ist im Umkreise von mindestens 1,50 m abgedacht abzupflastern. Zur Ableitung der Überlaufwässer ist eine undurchlässige Ablaufrinne anzulegen.

Offene Brunnen dürfen nicht errichtet werden. Eiserne Röhrenbrunnen müssen durch eine undurchlässige Bodenschicht oder mindestens 10 m tief geführt werden.

Im Gebiete einzelner Bauklassen ist die Herstellung von Anlagen, welche starken Rauch oder Ruß, üble Gerüche oder schädliche Ausdünstungen oder ungewöhnliches Geräusch veranlassen, verboten.

Je nach der in Frage kommenden Bauklasse (Bauzone) darf ein Baugrundstück nur zu $^{3}/_{10}$ bis zu $^{5}/_{10}$[1]) bebaut werden, die Höhe der Gebäude nur 11—18 m, die Anzahl der Geschosse[2]) nur 2—4 betragen. Keller- und Dachgeschoß zählen dabei nicht mit.

Die Benutzung von Keller- und Dachgeschossen zum dauernden Aufenthalt von Menschen ist gewöhnlich verboten.

Unter dem 20. Juli 1918 ist für den Landespolizeibezirk Berlin eine Sonderbaupolizeiverordnung für Kleinhäuser ergangen, welche einige baupolizeiliche Erleichterungen gewährt.

Näheres über Belüftung, Beheizung, Beleuchtung, Wasserversorgung und Beseitigung der Abfallstoffe wolle man in den betreffenden Abschnitten des Buches nachlesen. Die Frage der Wasserbeschaffung und Entwässerung muß geregelt sein, bevor an die Erbauung eines Hauses herangegangen wird.

2. Bauhygiene[3]).

Als Bauplatz ist tunlichst luftiger, natürlich gewachsener, d. h. nicht aufgeschütteter Boden mit tiefem Grundwasserstand zu wählen. Auf die etwaige Nähe störender gewerblicher Anlagen ist zu achten.

Bei den in unsern Breiten vorherrschenden westlichen Winden können alle Quellen der Luftverunreinigung und des Lärms, welche westlich von dem gewählten Bauplatz liegen, besonders lästig werden.

Die Orientierung des Hauses nach den Himmelsrichtungen steht nicht immer im Belieben des Bauherrn. Meist ist die Anpassung an die bestehenden Verhältnisse geboten. Steht die Wahl offen, so bevorzugt man bei freistehenden Häusern gewöhnlich für Wohnzimmer die Südseite, für Schlafzimmer die Ostseite, für Wirtschafts- und Nebenräume die Nordseite und legt das Treppenhaus nach Westen. Nach Westen gelegene Zimmer pflegen im Sommer wärmer, im Winter oft kälter als die übrigen zu sein. Die Nordseite ist wegen fehlender Besonnung für Wohn- und Schlafräume nicht erwünscht.

Gründlichste Austrocknung des Hauses vor dem Beziehen desselben ist notwendig. Feuchte Wohnungen beeinflussen nicht nur das Befinden (den Wärmehaushalt) der Insassen ungünstig, sondern es muß auch die Möglichkeit eines unmittelbaren Zusammenhanges zwischen gewissen Erkrankungen (Rheumatismus, Gelenkerkrankungen, Neuralgien, vielleicht auch Reizungen der Nieren u. dgl.) und feuchten Wohnungen zugegeben werden, wenn auch sichere wissenschaftliche Grundlagen für diese auf Erfahrung gestützten Annahmen noch fehlen.

[1]) In manchen Großstädten bis zu $^{3}/_{4}$, bei Eckgrundstücken $^{1}/_{10}$ mehr zugelassen.

[2]) In Großstädten wird meist die 5fache Überbauung zugelassen.

[3]) Soweit sie in der vorstehenden Bauordnung nicht behandelt worden ist.

Feuchte Wohnungen führen auch zu anderen Mißständen, unter welchen die Ansiedlung von Schimmelpilzen an und unter den Tapeten und auf sonstigen Gegenständen (Nahrungsmitteln) in erster Linie genannt werden mag. Solche Schimmelpilzwucherungen verbreiten meist unangenehm muffige Gerüche.

Der Hausschwamm (Merulius lacrymans) findet in feuchten Häusern die besten Vorbedingungen für seine Entwicklung. Unmittelbar für den Menschen ohne gesundheitliche Bedeutung, kann er bekanntlich dem Holzwerk eines Hauses sehr gefährlich werden. Faulende Hausschwammvegetationen verbreiten außerdem sehr belästigende süßliche Gerüche. Die Infektion des Holzes durch die mikroskopischen, weitverbreiteten, aber schon durch mäßige Wärmegrade vernichtbaren Sporen des Hausschwammes erfolgt besonders leicht, wenn die Balken mit Harn benetzt worden sind (Zimmerplätze, Neubauten). Die Myzelfäden bilden weiße, watteartige Massen, welche das Holz bei ihrem Wachstum zerstören. Schließlich bilden sich braune lappige Fruchtkörper aus. Am lebenden Holz scheint der Hausschwamm nicht vorzukommen. Neben dem Hausschwamm gibt es noch andere holzzerstörende Pilze (z. B. Polyporus vaporarius) von minderer Wichtigkeit. Gutes Austrocknen von Mauern und Decken ist das beste Vorbeugungsmittel gegen die Schwammbildung.

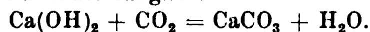
Häufig wird die Austrocknung dadurch behindert, daß Linoleum auf frisch hergestellte Fußböden gelegt wird.

Eine gemauerte Wand gilt als lufttrocken, wenn der Gehalt an freiem Wasser 0,5 % nicht übersteigt. Diese Trockenheit wird erst nach längerer Zeit erreicht und man muß daher bei neuen Wohnungen sich mit der Forderung begnügen, daß die Wände nicht mehr als 2 % freies Wasser + Hydratwasser enthalten.

Um das exakt festzustellen, bedarf es in jedem Falle einer Untersuchung des Mörtels, des Verputzes und des Mauerwerks auf Wassergehalt. Diese Untersuchungen sollten zweckmäßig das schematische Einhalten von Trockenfristen ersetzen.

An feuchten Wänden bilden sich häufig Effloreszenzen, welche aus Natriumsulfat, Kalziumnitrat u. dgl. bestehen (sog. „Mauerfraß"). Diese Salze stammen zum Teil aus den Mauersteinen selbst, zum Teil aus unreinem, zur Mörtelbereitung benutztem Wasser.

Das Erhärten (das sog. „Abbinden") des Mörtels erfolgt durch allmähliche Kohlensäureaufnahme und Wasserabgabe.



$$Ca(OH)_2 + CO_2 = CaCO_3 + H_2O.$$

Wenn die Erhärtung nur an der Luft erfolgt, spricht man von Luftmörtel. Der beim Hausbau gebräuchlichste Luftmörtel ist der Kalksandmörtel, welcher aus gelöschtem Kalk, Sand und Wasser bereitet wird.

Eine Beschleunigung des Austrocknungsprozesses wird durch Aufstellen von offenen Koksfeuern (Gefahr der Vergiftung durch Kohlenoxyd für die Bauarbeiter!) oder von Öfen mit Abzügen erreicht. Die offenen Feuer wirken nicht nur durch die Wärme, sondern auch durch ihre Kohlensäureproduktion beschleunigend auf das Abbinden des Mörtels.

Eine andere Art von Luftmörtel, der Gipsmörtel, wird zur Herstellung von Stuck, Rabitzwänden, Gipsdielen und (schärfer gebrannt) zur Herstellung von Estrich (fugenloser Fußbodenbelag) benutzt.

Zum Unterschied von den Luftmörteln erhärten die sog. Wassermörtel nicht nur an der Luft, sondern auch unter Wasser. Sie bestehen im wesentlichen aus kohlensaurem Kalk und Aluminiumsilikat.

Hauptsächlich kommen als Bauhilfsstoffe zur Verwendung Zement (Portlandzement), Zementmörtel (Zement + Sand + Kalkhydrat), Beton (Kies + Zementmörtel), Traß (gemahlener Tuffstein) mit Kalkhydrat gemischt (Traßmörtel) usw.

Begreiflicherweise leiden besonders Kellerwohnungen leicht durch Feuchtigkeit, die teils aus dem Grundwasser stammt, teils sich durch Kondensation oder aus Tagewasser bilden kann. Schutz gegen letzteres (Wetterseite!) oder gegen sonstigen Wasserandrang bietet

entweder eine porenfüllende, durchdringende Dichtung durch Verwendung wasserdichten Mörtels, z. B. Zementmörtels mit Asphaltzusatz oder eine Dichtung der Innenhaut der Mauern durch Fluate, Asphaltpräparate oder dgl. oder eine Außendichtung durch Blei, Asphalt und ähnliches Material. Der Ansicht, daß für die Wohnung selbst eine vollständige Unterkellerung zum Schutze gegen Feuchtigkeit und Kälte nicht geboten sei, daß vielmehr dort, wo man die Keller nicht zu Haushaltszwecken benötigt, an Stelle der Unterkellerung die Anbringung einer undurchlässigen Isolierungsschicht, z. B. von Gußasphalt oder Ceresin treten könne, werden die meisten Hygieniker wohl im Hinblick auf die bei uns herrschenden klimatischen Verhältnisse nicht beizupflichten vermögen. Nur als Notbehelf würde man eine solche Ausführung gelten lassen können.

Die Feuchtigkeit einer Wohnung stammt nicht immer von den ungenügend ausgetrockneten Wänden her, oft wird sie erst durch eine falsche Behandlung der Wohnung erzeugt. Hierzu gehört, von der Überfüllung der Wohnung mit Menschen abgesehen, ungenügende Lüftung und Heizung und vor allem eine zu starke Entwicklung von Wasserdämpfen beim Kochen und Waschen, zumal bei kalten Außenwänden.

Wände sollten möglichst so konstruiert sein, daß durch sie eine befriedigende Dämpfung des Schalles erzielt wird. Diese Forderung ist leider sehr häufig nicht zu erfüllen, sollen nicht verhältnismäßig hohe Kosten aufgewendet werden.

Trennungswände leiten den Schall dann am wenigsten, wenn sie aus einer Doppelwand aus Gipsdielen u. dgl. bestehen und mit einem Zwischenraum, welcher mit Sand oder ähnlichen schlecht leitenden Stoffen ausgefüllt ist versehen sind. Weniger leistet das Belegen der Wände mit Korkplatten.

Zwischendecken müssen, namentlich in Häusern mit verschiedenen Mietsparteien, einen möglichst dichten Abschluß nicht nur gegen Flüssigkeiten und Staub, sondern auch gegen Gase und tunlichst auch gegen Geräusche gewähren. Das Material, aus welchem sie bestehen, muß rein sein, d. h. darf weder Gerüche entwickeln noch Lebewesen (Ungeziefer u. dgl.) enthalten, welche lästig oder gesundheitsschädlich werden können. Bei Holzbalkendecken ist daher auf reines und trockenes Fehlbodenmaterial und dichten Fußbodenbelag besonderes Gewicht zu legen.

Leider findet häufig beim Bau eine Verunreinigung an sich sauberen und guten Füllmaterials durch Harn und Kot der Bauarbeiter statt.

Ein gutes, aber schweres Füllmaterial ist feiner trockener Sand, leichter ist Kieselgur. Andere benutzbare Füllstoffe sind Schlackenwolle, Ziegelbrocken, Korkklein u. a.

Bauschutt darf als Füllmaterial nicht verwendet werden.

Steindecken haben gewisse technische Vorzüge, schützen aber sehr wenig gegen die Schallübertragung und haben ein hohes Wärmeleitungsvermögen.

Die Folgen des Weltkrieges werden auch das Bauwesen und die Wohnungshygiene in weitgehendem Maße beeinflussen. Der Mangel an Baustoffen und ihre hohen Preise zwingen zu einer möglichst sparsamen Bauweise. Man sucht an Baustoffen zu sparen, indem man in die Mauern Hohlräume einschließt (Thermosbauweise u. a.), oder indem man die eigentliche Tragekonstruktion von dem Füllwerk trennt. Zur Erreichung des erstgenannten Zweckes werden Lochsteine, oder, wo

Ziegelsteine nicht in Frage kommen, sogenannte Betonformsteine mit Luftisolierung usw. empfohlen. Jedoch ist es vom wohnungshygienischen Standpunkt aus noch zweifelhaft, ob diese Ersatzmittel zweckmäßig sind. Jedenfalls erscheint der Einschluß größerer Lufträume bedenklich, wenn in ihnen Luftströmungen entstehen können, da nur die ruhende Luftschicht eine gute thermische Isolierung gewährleistet, wie es namentlich beim Ziegelstein, aber auch beim Schwemmstein und ähnlichen Baumaterialien der Fall ist.

Ein Zurückgreifen auf den Holzbau, ja sogar auf Lehmbauten wird sich für manche Siedelungen vielleicht in Zukunft infolge der Baumaterialnot nicht ganz vermeiden lassen. Dann werden auch die bisher gültigen wohnungshygienischen Forderungen in einzelnen Punkten einer Einschränkung unterzogen werden müssen.

C. Straßenhygiene.

Abgesehen von den Unbilden des Wetters liegen die gesundheitlichen Gefahren der Straße in ihrer Verunreinigung und in ihrem Verkehr.

Die Verunreinigung erfolgt in kleinen nicht kanalisierten Ortschaften durch die häuslichen *Abwässer*, überall durch die *Exkremente von Tieren* und gelegentlich auch von Menschen, durch *Speichel- und Lungenauswurf* von Menschen und den *Staub*, jenes Gemenge von Partikelchen, die teils organischen — Pflanzenteile, Pferdemist u. dgl. — teils anorganischen — feinste, durch den Wagenverkehr, den Hufschlag usw. abgesprengte Teilchen der Straßenbefestigung — Ursprungs sind. Schließlich gehören zu den Verunreinigungen der Straße auch die *Abgase der Explosionsmotore* (Automobile), und die gasförmigen und festen Bestandteile aus *Gewerbebetrieben* und den *Feuerstätten*.

Wegen der Abwässer und wegen der Verunreinigung der Luft durch Staub und Gase sei auf die betreffenden Abschnitte des Buches verwiesen. Es ist nur noch folgendes zu bemerken:

Von Infektionserregern, die durch die Abgänge von Menschen und Tieren in den Straßenstaub gelangen können, sind hauptsächlich zu nennen: Diphtherie-, Tuberkel- und Influenzabazillen durch das Sputum der Menschen, Tetanusbazillen durch den Pferdekot, Glieder des Hundebandwurms (Eier von Taenia echinococcus), durch den Hundekot. Von diesen Infektionserregern sind die Influenzabazillen gegen Austrocknung so empfindlich, daß sie als Infektionsquelle praktisch ausscheiden. Bedenkt man, daß nach den Untersuchungen von *Flügge* und seinen Schülern die Gefahr der Infektion durch bazillenhaltigen *Staub* sehr viel geringer ist als durch bazillenhaltige *Tröpfchen* und daß die Tröpfcheninfektion nur in der unmittelbaren Nähe von Kranken in Frage kommt, bedenkt man ferner die außerordentlich große Verdünnung der Infektionsstoffe durch die freie Luft, so wird man zu der Ansicht kommen, daß eine *unmittelbare* Infektion durch die Luft der Straße auf dem Wege des Respirationssystems selten sein wird. Dagegen dürfte die Straße, d. h. der auf ihr lagernde Staub und Schmutz *mittelbar* häufig der Grund für eine Infektion sein, da wir die unhygienische Gewohnheit haben, durch unsere Fußbekleidung und früher auch durch die Schleppen der Frauenkleider den Schmutz mit in unsere Wohnungen zu tragen; dieser

eingetrocknete Schmutz wird dann beim Säubern der Zimmer (Bürsten, Klopfen, Kehren) in die Luft gewirbelt und eingeatmet, denn der einmal aufgewirbelte Staub kann schon durch sehr schwache Luftströme fortbewegt werden und mehrere Stunden lang in der Schwebe bleiben. Auf diesem Wege dürfte manche Infektion zustande kommen.

Im übrigen enthält der Straßenstaub hauptsächlich saprophytische Mikroorganismen, in einem Gramm bis zu mehreren Millionen, darunter stets viel Hefen- und Schimmelpilze. Der feuchte Staub (Straßenschmutz) ist naturgemäß keimreicher als der trockene Staub.

Abgesehen von unmittelbaren Gesundheitsschädigungen ist aber der Straßenstaub eine so lästige Erscheinung, daß zu seiner Bekämpfung alle Mittel versucht werden müssen, zumal seit der Ausbreitung des Automobilismus die Bedingungen für seine Entstehung sich ungeheuer vermehrt haben.

Von einer gut angelegten Straße wird man vom hygienischen Standpunkt aus zu verlangen haben, daß das zu ihrem Bau verwendete Material nicht zur Staubbildung neigt und daß sie möglichst geräuschfreien Betrieb gestattet, daß sie sauber ist und sich leicht sauber halten läßt.

1. Straßenbau.

Aus Abb. 184 (S. 451) ist die gewöhnliche Lage der in den Straßen verlegten Leitungen für elektrischen Strom (e), Gas (g) und Wasser (w) zu den Abwässerkanälen (k) zu ersehen.

Über die Beziehungen zwischen Straßenbreite und Häuserhöhe hinsichtlich der Belichtungs- und Belüftungsverhältnisse vgl. das unter „Bauordnung" (S. 471) und im Abschnitt „Schulhygiene" (S. 362) Gesagte.

Während für die Landstraßen schon aus finanziellen Gründen nur Fahrbahnen aus natürlichen Steinen (Steinschlag aus Granit oder Basalt) in Betracht kommen — den Steinschotter nennt man auch nach dem Erfinder: „Macadam" —, pflegen in größeren Ortschaften und Städten die Hauptverkehrswege zum mindesten mit Pflaster oder mit einer zusammenhängenden fugenlosen Deckschicht befestigt zu werden.

Das Pflaster besteht entweder aus unregelmäßigen polygonalen Steinen oder regelmäßig behauenen Würfeln. Die Fugen werden mit Sand oder bei dem regelmäßigen Reihenpflaster auch mit Zement oder Asphalt ausgefüllt (z. B. Kieserlingsches Basaltzementsteinpflaster). Auch Holzpflaster wird benutzt, seine Fugen werden vergossen. Eine zusammenhängende homogene Deckschicht stellt der Asphalt dar (Stampfasphalt, Gußasphalt).

Es ist selbstverständlich, daß die fugenlosen und die homogenen Straßendecken leichter sauber zu halten sind, als die gewöhnlichen Pflasterstraßen, da sie sich waschen und mit Gummiwalzen abstreichen lassen. In altem Holzpflaster bilden sich allerdings oft Vertiefungen, in welchen Wasser und Schmutz stagnieren können.

Auch hinsichtlich der Staubbildung stehen die fugenlosen Straßendecken am besten da, desgleichen, was die Geräuschlosigkeit anlangt. Die größte Staubentwicklung findet sich bekanntlich bei der Schotterstraße, der größte Lärm bei dem gewöhnlichen Straßenpflaster.

2. Staubbeseitigung.

Die Staubbeseitigung auf städtischen Straßen erfolgt hygienisch am einwandfreiesten durch Waschen und feuchtes Abwischen der Dämme

durch besondere mit Wassersprengeinrichtung und Gummiwalzen versehene Straßenreinigungsmaschinen. Ihre Verwendung ist aber nur bei einer homogenen Straßendecke möglich. Bei gewöhnlichen Pflasterstraßen muß einfaches Besprengen mit Wasser an die Stelle treten. Es handelt sich dann mehr um eine Bindung als um eine Beseitigung des Staubes. Im Sommer läßt sich durch häufiges Straßensprengen auch die Lufttemperatur ein wenig herunterdrücken.

Um die Staubbindung zu unterstützen, hat man dem Sprengwasser auch mineralölhaltige Flüssigkeiten (Westrumit, Duralit usw.) beigemischt. Auch die Beifügung des hygroskopischen Chlormagnesiums hat man versucht.

Zur Beseitigung des Staubes auf Landstraßen kann nach den bis jetzt vorliegenden Erfahrungen nur die Teerung helfen.

Die Teerung nimmt man zweckmäßig an neuen Straßendecken vor, da alte Decken den Teer nicht genügend eindringen lassen. Man wählt die heißen Monate für die Arbeit, verwendet möglichst dünnflüssigen, hoch erhitzten Teer und verteilt ihn mittels besonderer Teerbesprengungsapparate, z. B. mit der Stephanschen Maschine, die mit hohem Druck arbeitet, auf die Straßenoberfläche. Die Kosten beliefen sich bisher etwa auf 13—15 Pfg. für den Quadratmeter. Einige Jahre später läßt man eine zweite Teerung folgen. Zum Unterschiede von dieser „Außenteerung" wird bei der in Amerika und England, aber auch in Deutschland jetzt häufiger angewandten „Innenteerung (Teer- und Asphaltmakadambau) gleich bei Anlage der Straße das Schottermaterial mit dem erhitzten Teer imprägniert und dann aufgeschüttet. Die Gründlichkeit dieses Verfahrens dürfte eine noch größere Haltbarkeit gewährleisten als die Außenteerung. Völlig abschließende Urteile über ihren Wert sind zur Zeit wohl noch nicht möglich.

Von einigen Seiten ist behauptet worden, daß durch die Teerung das pflanzliche und tierische Leben im Boden und in der Nachbarschaft geschädigt würde. Es scheint, daß dies aber nur in besonders ungünstig liegenden Fällen zu befürchten ist. Die Vorteile der Staubunterdrückung durch die Teerung sind jedenfalls so groß, daß man kleine Schäden dieser Art mit in den Kauf nehmen müßte.

Um die Verunreinigung der Straßen durch Auswurf (Sputum) zu bekämpfen, hat man in einigen Städten versucht, Straßenspucknäpfe in die Gehbahnen einzulassen. Wenn das Publikum sich zur Benutzung dieser Einrichtung erziehen läßt, so ist sie vom hygienischen Standpunkte aus nur zu begrüßen.

3. Straßenkehrichtbeseitigung.

Eine besondere Bedeutung kommt der Straßenreinigung nur innerhalb größerer verkehrsreicher Städte zu, während die Reinhaltung der Verkehrsstraßen in kleinen Ortschaften und zwischen den Ortschaften eine Aufgabe von geringerer hygienischer Wichtigkeit ist, abgesehen von der Verhütung übermäßiger Staubbildung, namentlich durch den Automobilverkehr.

Neben dem Staub sind es die Exkremente der Zugtiere und Hunde, welche in allen größeren Gemeinwesen gebieterisch, schon aus ästhetischen Gründen, eine besonders sorgfältige und häufige Säuberung der öffentlichen Verkehrswege verlangen.

Durch Abnutzung der Straße entsteht der sog. „Deckenstaub", durch den Verkehr der „Verkehrsstaub". Beide zusammen bilden den Straßenkehricht.

Den zu seiner Beseitigung benutzten trocken arbeitenden Kehrmaschinen haftet der Fehler der Staubentwicklung an. Man wird sie daher nur in den Stunden arbeiten lassen, in denen der Straßenverkehr

ruht (Nacht, früheste Morgenstunden). Sie kommen vorwiegend in Betracht zur Reinigung gepflasterter Straßen. Sonst ist die Beseitigung des Kehrichts durch Gummiwalzen bei gleichzeitiger Wassergabe (s. o.) vorzuziehen.

Von Hand wird gearbeitet mit Piassavabesen und Gummischieber. Nicht unzweckmäßig sind die von der Lutocar - Kehricht - Apparate - Gesellschaft m. b. H. hergestellten Sammelgefäße mit beweglicher Schaufel, die den Straßenschmutz aller Art unmittelbar an der Stelle, wo er sich befindet, aufnehmen. Das auf Rädern bewegliche Sammelgefäß ist durch einen Deckel verschließbar. Die gefüllten Behälter werden vom Fahrgestell an die Bordschwelle abgesetzt und dann mit Hilfe einer Verladebrücke und eines kleinen Rollwagens leicht auf die flachen Abfuhrwagen aufgebracht, die leere Behälter gegen die gefüllten austauschen. Auch in einigen Großstädten (Dresden, München, Stuttgart) wird das Verfahren angewendet.

Der am Tage gesammelte Kehricht, der nicht gleich abgefahren werden kann, wird in einigen Städten (z. B. Berlin und Hamburg) in unterirdischen Kehrichtbehältern vorläufig gesammelt. Die auf 1 qm Straßenfläche jährlich entfallende Kehrichtmenge wird zu etwa 20 bis 30 Liter angegeben.

4. Bedürfnisanstalten.

Die in größeren Städten unentbehrlichen öffentlichen Bedürfnisanstalten (Pissoire und Aborte) beanspruchen, ebenso wie die gleichen Anlagen auf den Bahnhöfen, die Aufmerksamkeit des Hygienikers, da sie die Übertragung ansteckender Krankheiten vermitteln können.

Aus ästhetischen Gründen sucht man sie möglichst unter die Straßenoberfläche zu verlegen. Die Bedürfnisanstalten müssen so gebaut und betrieben werden, daß sie zu Geruchsbelästigungen keine Veranlassung geben und daß ihre Reinhaltung sich leicht ermöglichen läßt. Bei den Pissoiren kann die letztere Forderung durch dauernde oder periodische Wasserspülung oder durch Bestreichen der benetzten Flächen mit Teeröl (an solchen Flächen haftet der Urin nicht) und Anlage eines Ölsiphons als Geruchsverschluß am Boden erfüllt werden.

Der Betrieb der Ölpissoire ist bedeutend billiger als der mit Wasserspülung versehenen Anstalten.

In den mit Wasserspülung versehenen Aborten ist darauf zu achten, daß die Klosetts frei stehen und leicht gereinigt werden können. Waschgelegenheiten sollten überall in den Aborten vorhanden sein, doch fehlen sie leider in den einfacheren Bedürfnisanstalten noch meistens. Unterirdisch gelegene Anstalten verlangen eine besondere Entlüftungsvorrichtung. Für Epidemiezeiten (Ruhr, Typhus, Cholera) ist empfohlen worden, die Griffe an den Spülkästenketten und die Türklinken mit Stoff zu umwickeln, welcher durch Sublimatlösung dauernd feucht gehalten wird, um Kontaktinfektionen zu verhüten.

Die Übertragung von Krankheiten, im besonderen von Geschlechtskrankheiten durch die Abortsitze ist zwar theoretisch denkbar, wird aber seitens des Publikums gewöhnlich in ihrer Bedeutung erheblich überschätzt.

D. Wohnungshygiene.

Die Familie ist der Grundpfeiler jeder staatlichen Organisation und die Vorbedingung für die ungestörte Entwicklung jedes Einzelnen. Darum ist die Beschaffenheit der Wohnung, welche das äußere Band bildet, das die Familie zusammenschließt, von höchster Bedeutung im

Leben des Menschen, nicht nur vom ethischen Standpunkt aus, sondern auch vom Standpunkt der öffentlichen Gesundheitspflege und der persönlichen Hygiene. Der Kulturzustand einer Bevölkerung läßt sich äußerlich an nichts so sicher und schnell abschätzen, als an dem Zustande ihrer Wohnungen.

Die Wohnung kann die Gesundheit ihrer Bewohner bedrohen sowohl durch schlechte Beschaffenheit als auch durch unrichtige Benutzung.

1. Allgemeine Wohnungsmängel.

Die Beschaffenheit der Wohnungen hängt in hohem Grade ab von der Art der Siedelung überhaupt. Der Charakter der Siedelung beeinflußt auch den Charakter der Wohnung. Deswegen läßt sich Wohnungshygiene und Ortschaftshygiene nicht trennen.

Neben gesundheitlichen Gesichtspunkten kommen wirtschaftliche, bodenpolitische, verkehrstechnische u. a. m. in Betracht. Es treten hinzu Gesichtspunkte ästhetischer Natur.

Die Wohnungsfrage, d. h. das Problem, auch Minderbemittelten gesunde und preiswürdige Wohnungen zu schaffen, ist eine der brennendsten, aber auch zugleich eine der verwickeltesten Aufgaben der Zeit. Sie erhebt sich naturgemäß dort am ehesten, wo es zu einem Zusammenströmen großer Menschenmassen und damit zu einer natürlichen Steigerung des Bodenwertes kommt, also in den größeren Städten und Großstädten. Etwa 40% der Bevölkerung des Deutschen Reiches lebt in Städten, etwa 20% in Großstädten. Es wäre aber irrig, anzunehmen, daß es deswegen eine Wohnungsfrage für das Land nicht gäbe. Sie besteht auch hier, allerdings in etwas anderer Form. Ist es in den großen Städten der Raummangel, so ist es auf dem Lande der Mangel an gesundheitlich wichtigen Einrichtungen, welcher gesundheitsfeindlich wirkt.

Indem auf die Kapitel über Lüftung und Heizung, Wasserversorgung und Beseitigung der Abfallstoffe wegen der Einzelheiten zurückverwiesen wird, mögen an dieser Stelle noch einige allgemeine Bemerkungen über hygienische Mängel von Wohnungen Platz finden.

Dunkle Wohnungen sind gewöhnlich weniger sauber gehalten als helle Behausungen. Die Unsauberkeit ist aber die Schrittmacherin der Infektionskrankheiten. Daher ist zu fordern, daß das diffuse Tageslicht und womöglich auch die Sonnenstrahlung freien Zutritt zu den Fenstern hat auch in den untersten Wohngeschossen. Im allgemeinen sind billige Anforderungen in dieser Richtung hin erfüllt, wenn die Höhe des nächsten, die Lichtzufuhr beschränkenden Gebäudes nicht größer als die Straßenbreite ist. Mit dem Fehlen der Sonnenstrahlung entgeht einer Behausung ein natürliches Desinfektionsmittel. Der Mangel an Licht wirkt außerdem auf viele Personen seelisch niederdrückend.

Schlechte Lüftbarkeit der Wohnungen ist gleichbedeutend mit der Ansammlung übler Gerüche, deren mittelbar ungünstiger Einfluß auf das Befinden bekannt ist. Im Sommer bedingt eine schlechte Lüftbarkeit leicht eine Überhitzung der Wohnräume, führt also zur Wärmestauung des Körpers mit ihren bekannten Folgen. Derartige Wohnungen gefährden besonders das Leben der im Säuglingsalter stehenden Kinder. Kalte, gar nicht oder unzulänglich heizbare Wohnungen bedingen

Erkältungskrankheiten, namentlich wenn, wie häufig, ein hoher Feuchtigkeitsgehalt der Räume hinzukommt. In den Mietshäusern der Großstädte pflegen Keller- und Dachwohnungen die ungünstigsten Lebensbedingungen zu bieten.

Schlecht angelegte Öfen und Beleuchtungseinrichtungen (Leuchtgas) führen gelegentlich zu Vergiftungen mit Kohlenoxyd.

Mängel der Wasserversorgung und der Beseitigung der Abfallstoffe können die schwersten gesundheitlichen Mißstände hervorrufen und namentlich zu Epidemiezeiten (Cholera, Typhus) verhängnisvoll werden. In noch höherem Grade als der Lichtmangel sind sie geeignet, die Sauberkeit der Wohnung zu beeinträchtigen.

Störender Lärm in der Nachbarschaft kann auf die Dauer, zumal bei geistig Arbeitenden, nervöse Erkrankungen bedingen.

2. Anforderungen an Wände und Fußböden.

Die Zimmerwände werden mit Anstrich versehen oder mit Tapete bekleidet. Für bestimmte Räume (Küchen, Waschräume, Aborte) ist auch die Auskleidung mit Ton- oder Metallfliesen bis zu halber Höhe sehr zweckmäßig, denn die Kacheln bieten einmal wegen ihrer Glätte dem Staub und den Keimen keine Haftpunkte und ferner sind sie sehr leicht mechanisch zu reinigen und gegebenenfalls auch zu desinfizieren.

Zum Anstrich der Wände benutzt man Kalk-, Leim-, Öl- und Emaillefarben. Erstere sind luftdurchlässig und daher überall dort mit Vorteil anzuwenden, wo nicht mit ausreichender Trockenheit der Wände zu rechnen ist. Öl- und Emaillefarben sind nicht durchlässig für Luft, die mit ihnen gestrichenen Flächen lassen sich aber leicht reinigen. Am widerstandsfähigsten gegen kräftige Reinigungsverfahren mit heißen Seifen- und Sodalösungen sind Emaillefarben, z. B. das Vitralin, die Temperolfarbe u. a., während gewöhnliche Ölfarben schon von heißen Seifenlösungen und einigen Desinfektionsmitteln angegriffen werden. Die gewissen Emaillefarben, im besonderen dem Vitralin und ähnlichen Zubereitungen im frischen Zustande anhaftenden antibakteriellen Eigenschaften haben für die Praxis keine erhebliche Bedeutung. Die vorgenannten Anstriche finden hauptsächlich in Krankenanstalten usw. Verwendung.

Das Aufbringen der Tapeten darf nur auf trockenes Mauerwerk erfolgen, weil sonst der verwendete Kleister schimmelt und unangenehme Gerüche erzeugt. Rauhe, den Staub fangende Tapeten sollten tunlichst vermieden werden. Neuere Untersuchungen haben gezeigt, daß auch jetzt noch eine große Zahl von Tapeten Arsenik enthält, aber so wenig, nämlich nur einige Milligramm As_2O_3 im Quadratmeter, daß hygienische Bedenken dadurch nicht geweckt werden. Diese kleinen Arsenmengen stammen aus kaum vermeidbaren Verunreinigungen der benutzten Farben her. Tapeten mit höherem Arsengehalt werden fast gar nicht mehr beobachtet (vgl. „Farbengesetz", S. 300), daher sind auch Vergiftungen mit Arsen dieser Herkunft nachweislich in neuerer Zeit nicht mehr in Deutschland vorgekommen. Bei den früher beschriebenen Fällen (Tapeten mit Schweinfurter Grün) dürfte die Vergiftung durch den von den Tapeten stammenden arsenhaltigen Staub hervorgerufen worden sein.

Gelegentlich wird aber arsenige Säure zur Vertilgung von Ungeziefer benutzt und gelangt so in die Ritzen und Fugen der Wohnräume. Gewisse Schimmelpilze (vgl. S. 93) vermögen nun, auf arsenhaltigen Nährböden wuchernd, den ungemein giftigen, nach Knoblauch riechenden Arsenwasserstoff zu erzeugen. Auf diesem Wege wäre daher eine chronische Arsenvergiftung möglich.

Die Bedingungen, die ein Fußboden erfüllen muß, wechseln je nach der Art des Raumes, für den er bestimmt ist. Wasser- und Staubdichtigkeit ist zwar überall wünschenswert, erstere aber Bedingung dort, wo Wasseransammlungen auf dem Fußboden öfter zu gewärtigen sind, also in Badezimmern, Küchen und Aborten. Dringt Wasser durch die Fugen in unreinen Zwischenboden ein, so kann es zur Bildung lästiger Gerüche infolge von Pilzwucherungen usw. kommen. Fugenbildung bei Holzfußböden läßt sich durch Verwendung trockenen Dielenmateriales und Verbindung der Bretter mittels Nutung vermeiden. Als Anstrich dient Ölfarbe oder Fußbodenlack. Ebenfalls wasserundurchlässig ist in Asphalt verlegtes Parkett.

Die massiven Fußböden (Estriche) aus Zement, Asphalt oder Gips sind fußkalt und daher für Wohnräume wenig geeignet, etwas besser in dieser Beziehung sind schon die Mischungen aus Holzfasern, Sägespänen oder Kork mit einem Bindemittel, welche unter den Namen: Dolomit, Magnesit, Miroment, Torgament usw. in den Handel kommen. Auch der Belag mit gutem Linoleum vermag die Wärmeleitung etwas herabzusetzen. Es hat daneben den Vorzug der Schalldämpfung. Durch seinen Leinölgehalt (Linoxyngehalt) hat es auch schwach antibakterielle Eigenschaften.

Die Staubbeseitigung ist bereits oben behandelt worden. (Vgl. S. 365.)

E. Benutzung der Wohnung.

Auch eine sachgemäß hergerichtete Wohnung kann durch unsachgemäße Benutzung gesundheitswidrig wirken. Zu der unsachgemäßen Benutzung gehört in erster Linie die Überfüllung der Wohnung (zu große Wohndichtigkeit).

Wo die Überfüllung anfängt, ist schwer zu sagen, man kann aber im allgemeinen gewiß von Überfüllung sprechen, wenn auf 1 heizbares Zimmer mehr als 4 Personen kommen[1]). Man hat auch zur Beurteilung der Wohndichtigkeit den verfügbaren Luftraum als Maßstab benutzt und für jede Person über 10 Jahre einen Mindestluftraum (Schlafraum) von 10 cbm verlangt, daneben, z. B. in der Charlottenburger Wohnungsordnung, auch 4 qm Bodenfläche. Daß diese Forderungen äußerst bescheiden sind, ergibt sich bei der Überlegung, daß danach im ersteren Falle z. B. ein Zimmer von nur 2,8 m Höhe, 4 m Breite und etwa 3,5 m Tiefe genügen müßte, um 4 Menschen dauernde Unterkunft zu gewähren. Die Räume sind natürlich im übrigen nach den Belichtungsverhältnissen usw. sehr ungleich zu bewerten.

Die Erfahrungen, namentlich in den Großstädten, haben hinsichtlich der Überfüllung traurige Verhältnisse ans Licht gebracht. Folgende Ziffern (nach Eberstadt, Grotjahn-Kaup, Greiß u. a.) mögen das Gesagte illustrieren:

Im Jahre 1910 wohnte ungefähr $1/5$ der Gesamtbevölkerung des Deutschen Reiches in Großstädten über 100 000 Einwohnern (1871 nur etwa $1/20$). Von 100 bewohnten Gebäuden hatten im Jahre 1905 fünf und mehr Stockwerke in Berlin 34, in Frankfurt a. M. 24, in Straßburg i. E. 14.

Fast die Hälfte aller Wohnungen Berlins waren im Jahre 1900 Hinterwohnungen (in Köln etwa 30%, in Hannover etwa 15%, in Essen etwa 4%).

[1]) Die deutsche Städtestatistik rechnete bisher erst Wohnungen mit einem heizbaren Zimmer als überfüllt, wenn sie mit 6 oder mehr Bewohnern belegt ist.

Die durchschnittliche Bewohnerzahl eines Hauses bzw. Grundstücks betrug im Jahre 1905 in Berlin 78, in Breslau 52, in Hamburg 37, in Hannover 21, in Frankfurt a. M. 19, in Straßburg i. E. 16 und in Bremen 8 Personen.

Von allen Wohnungen bestanden 1900 aus nur einem heizbaren Zimmer: in Berlin 49%, in Breslau 47%, in Hamburg 23%. Schon vor dem Kriege konnte man für Großberlin ungefähr 100 000 überfüllte Wohnungen rechnen. Bei einem Jahreseinkommen von 1200 Mk. mußten (1906) im Mittel in Berlin-Schöneberg 32% des Einkommens für die Wohnung verausgabt werden, in Essen (1900) dagegen nur 15% und in 16 sächsischen Mittelstädten nur 11%.

Man erkennt ohne weiteres, wie ungünstig der auf eine Kleinwohnung oder kleinere Mittelwohnung angewiesene Großstädter gestellt ist.

Der Bedarf an Klein- und Mittelwohnungen beträgt etwa 85% aller städtischen Wohnungen.

Die Überfüllung der Wohnungen schließt sowohl vom sittlichen (unzureichende Trennung der Geschlechter) wie vom gesundheitlichen Standpunkte aus Gefahren in sich.

Der Verbreitung der meisten Infektionskrankheiten wird durch die Überfüllung der Wohnungen der Weg geebnet. Von den akuten Infektionskrankheiten ist hier besonders die Diphtherie zu nennen. Bazillenträger sind bei großer Wohndichtigkeit besonders gefährlich. Von den langsamer verlaufenden Krankheiten ist in erster Linie die Tuberkulose in engen Wohnungen eine Quelle des Elends. Als besonders gefährlich muß das enge Zusammenschlafen Lungenkranker und Gesunder in einem Raum, oder gar in einem Bett angesehen werden.

Daß es ungemein schwer ist, bei der Überfüllung der Wohnungen die nötige Sauberkeit zu erhalten, daß sich die Begleiter des Schmutzes, welche auch gleichzeitig als Verschlepper und Überträger von Infektionserregern in Betracht kommen können (Fliegen, Läuse, Wanzen), unter diesen Umständen nur allzuleicht einnisten, bedarf keiner weiteren Ausführung.

Die Überfüllung der Wohnung pflegt auch Überwärmung und Wohnungsfeuchtigkeit im Gefolge zu haben, da bei dem Zusammendrängen vieler Menschen und gleichzeitiger mangelhafter Ventilation sich große Massen von Wasserdampf ansammeln und kondensieren können. Besonders dort, wo die Küche zugleich als Wohnraum dient, können sich sehr ungesunde Zustände entwickeln.

Vielerorts werden die unglücklichen Wohnungsverhältnisse noch durch die Heimarbeit weiter ungünstig beeinflußt.

Ferner ist das Schlafgängerwesen eine sehr unerfreuliche Zugabe der Wohnungsnot. Im Jahre 1905 beherbergten 12% aller Berliner Wohnungen Schlafgänger oder, was die Zustände noch deutlicher macht, es entfielen auf 100 Personen 5,2 Schlafgänger.

Statistische Erhebungen lassen den Einfluß schlechter Wohnungsverhältnisse auf die Morbidität und Mortalität der Bevölkerung (namentlich hinsichtlich der Säuglingssterblichkeit und der Tuberkulose) unschwer erkennen, wenn auch naturgemäß bei den sozial schlechter gestellten Personen neben der gesundheitsschädlichen Wohnung auch noch viele andere ungünstige Ursachen mitwirken. Flügge mißt übrigens der Besiedelungsdichtigkeit, d. h. der damit verknüpften „Entwöhnung vom Aufenthalt und von Körperbewegung im Freien“, in dieser Beziehung eine größere Schuld bei als der Wohndichtigkeit.

Wir dürfen annehmen, daß, ebenso wie eine mangelhafte oder falsche Ernährung und Kleidung, auch eine mangelhafte, enge, lichtleere, dumpfe und feuchte Wohnung den Menschen auf die Dauer empfänglicher für Infektionen aller Art macht. Außer den Infektionskrankheiten werden auch manche konstitutionellen Erkrankungen wie Anämie und Chlorose durch schlechte Wohnungsverhältnisse gefördert.

Eine Verschlechterung der Wohnung kann auch, ohne daß eine Überfüllung besteht, durch unsachgemäße Benutzung und mangelhafte Wohnungspflege hervorgerufen werden. Der Schlafraum ist z. B. hygienisch der wichtigste Teil der Wohnung, denn der Mensch pflegt etwa $^1/_3$ seiner Lebenszeit im Bett zu verbringen. Und doch werden bei mehrzimmerigen Wohnungen gewöhnlich die schlechtesten Räume als Schlafräume benutzt!

Je tiefer die Kultur der Bewohner steht, um so schlimmer ist gewöhnlich die Verwahrlosung der Wohnung. Häufig aber sind nur Unkenntnis und Ungeschicklichkeit daran schuld, daß aus einer Wohnung nicht das gemacht wird, was sie sein könnte. Hier einzugreifen ist die Wohnungsaufsicht berufen und hier bietet sich tüchtigen Persönlichkeiten ein dankbares Feld der Betätigung. Auch durch die Verbreitung von Merkblättern über gesundes Wohnen und durch sonstige Belehrungen kann das Verständnis für die Wohnungspflege geweckt und gesteigert werden.

F. Maßnahmen zur Verbesserung der Wohnungsverhältnisse.

Die „Wohnungsfrage“ besteht ausschließlich in der Beschaffung guter, gesunder und dabei preiswerter Kleinwohnungen für die minderbemittelte und unbemittelte Bevölkerung. Diese sollte eigentlich nicht mehr als höchstens $^1/_5$ ihres Einkommens für die Wohnung ausgeben, ein Betrag, der aber meist erheblich überschritten wird.

Als Kleinwohnungen pflegt man Wohnungen bis zu 4 (meistens von 2—3) Zimmern zu rechnen, doch ist der Begriff natürlich nicht feststehend. Die Abb. 193 zeigt den Grundriß einer Kleinwohnung.

In den Kleinwohnungen, besonders in den Arbeiterwohnungen wird aus praktischen Gründen ein Raum meistens gleichzeitig zu Wohn- und Kochzwecken eingerichtet (Kochstube, Wohnküche). Gegen diese Einrichtung ist bei guter Lüftbarkeit, guter Wasserversorgung und Entwässerung nichts einzuwenden. Auf die Möglichkeit der Querlüftung wird von manchen Hygienikern bei den Kleinwohnungen besonderer Wert gelegt. Jede Wohnung soll ihren eigenen Abort besitzen und eigene Wasserzapfstelle. Die Anbringung einer Laube oder dgl., um den Aufenthalt in frischer Luft zu ermöglichen, ist wünschenswert.

Der oft gezogene Vergleich zwischen der Hygiene und einem Krieg gegen die feindlichen Mächte des Lebens, die die Gesundheit bedrohen und die angefügte Schlußfolgerung, daß zur Durchführung hygienischer Maßnahmen ebenso, wie zum Kriegführen, Geld und immer wieder Geld gehört, trifft in besonders hohem Maße für die Lösung der Wohnungsfrage zu.

Die Beschaffung von gesunden Wohnungen für die Minderbemittelten ist in der Tat in erster Linie eine Frage der Geldbeschaffung für den Er-

werb wohlfeilen Baugeländes. Dieser Erwerb wird durch die Bodenspekulation erschwert.

Eine gewisse Ausschaltung der Bodenspekulation ist möglich durch die Bestellung von sog. Erbbaurechten auf Grund der §§ 1012—1017 des B.G.B. Im Jahre 1918 ist im Reichswirtschaftsamt der Entwurf eines Reichsgesetzes über das Erbbaurecht ausgearbeitet worden, der das bisherige Erbbaurecht des B.G.B. ersetzen soll. Nach dem Erbbaurecht wird der Grund und Boden dem Bauberechtigten nur auf lange Fristen verpachtet. Das Eigentum verbleibt also dem, der Grund und Boden im Wege des Erbbaurechts zum Zwecke der Errichtung von Wohngebäuden hergibt (Städte, Gesellschaften, auch private Grundstückseigentümer). Die Anwendung kräftigerer Mittel zur Beseitigung der Bodenspekulation erstrebt die Bodenreformbewegung, d. h. die Forderung der Besteuerung des unbebauten Bodens nach dem gemeinen, nicht nach dem Nutzungswert (Wertzuwachssteuer). Die Bodenreformer wollen auf dem Wege der Sozialisierung der Grundrente das Privateigentum stark beschränken.

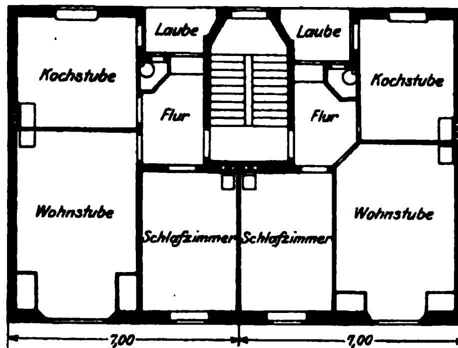


Abb. 193. Grundriß einer Kleinwohnung. (Nach Nußbaum.)

Wohlfeiles Baugelände findet sich naturgemäß nur in größerer Entfernung von dem Zentrum einer Großstadt und die Benutzbarkeit solchen Geländes für Bauzwecke hat also die Einrichtung schneller und billiger Verkehrsmittel zur Voraussetzung.

Der Bau von Kleinwohnungen kann natürlich ebensowenig wie der größerer Wohnungen planlos erfolgen, vielmehr muß auch hier die Aufstellung zweckmäßiger Bebauungspläne sorgfältigst vorher erledigt sein. Bei Aufstellung dieser Pläne sind die wohnungshygienischen Gesichtspunkte bereits gebührend zu berücksichtigen (s. u.). Im übrigen ist es aber wünschenswert, für den Kleinwohnungsbau alle möglichen Erleichterungen zu gewähren, vorausgesetzt, daß ein solcher Nachlaß nicht auf Kosten der Gesundheit der Bewohner geschieht (vgl. S. 488).

In alten Stadtteilen, wo die Bebauung oft ziemlich planlos erfolgt ist und bei deren Aufbau hygienische Gesichtspunkte noch keine Rolle gespielt haben, ist meist nur eine sehr langsame Besserung der Wohnungsverhältnisse möglich. Bisweilen gibt aber der Ausbruch einer Seuche Veranlassung, mit der Sanierung schneller und rücksichtsloser vorzugehen. Einen solchen Einfluß hat die große Choleraepidemie in Hamburg im Jahre 1892 gehabt.

Die Beschaffung neuer billiger Kleinwohnungen kann gefördert werden:

1. Durch den Staat, indem er entweder für seine Beamten und Arbeiter billige Wohnungen baut oder die Hergabe billiger Hypothekengelder unterstützt. So ist der Eigenbau von Kleinwohnungen staatlicherseits bei verschiedenen Behörden (Reichspost, Eisenbahnverwaltung, Heeresverwaltung, Bergfiskus) zur Ausführung gelangt. Eine der neuesten Gründungen dieser Art ist beispielsweise die Kleinhaussiedelung in landmäßiger Bauart Staaken bei Spandau für die während des verflossenen Krieges daselbst beschäftigten Militärarbeiter.

Von dem Gesamtvermögen aller Landesversicherungsanstalten im Deutschen Reich, welches (nach Freund) zu Ende des Jahres 1912 rund $1^1/_2$ Milliarden Mark betrug, sind über eine Milliarde als Darlehen für gemeinnützige Zwecke (Arbeiterwohnungen usw.) zu meist $3^1/_2$% hergeliehen worden.

2. Durch die Gemeinden. Vorbildlich für die Herstellung von Einfamilienhäusern aus kommunalen Mitteln für Arbeiter ist die Tätigkeit der Stadt Ulm gewesen. Ferner sind als Beispiele zu nennen die Förderungen des Kleinwohnungsbaues durch die Städte Düsseldorf, Essen, Freiburg i. B., Straßburg i. E. u. a.

3. Durch die Arbeitgeber selbst. Beispiele sind die Firma Friedrich Krupp in Essen und viele andere Industrielle.

4. Durch gemeinnützige Baugenossenschaften, bei welchen der Unternehmergewinn grundsätzlich fortfallen soll. In Deutschland bestanden vor dem Kriege etwa 1200 Baugenossenschaften.

Die Bestrebungen, den Wohnhäusern möglichst viel Freiflächen anzugliedern, haben in England zu sog. Gartenstadtgründungen geführt (Gartenstadt Letchword). Auch in Deutschland hat man diesen Gedanken zu verwirklichen gesucht (Gartenstadt Hellerau bei Dresden). Jedoch handelt es sich bei den deutschen Gründungen fast ausschließlich um Garten vorstädte; als Beispiel seien genannt die Gartenvorstädte Falkenberg bei Grünau und Werderau bei Nürnberg (für Angehörige der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg). Die eigentliche Gartenstadt ist ein vollständig abgeschlossenes Gebilde, bei der Gartenvorstadt handelt es sich dagegen vorwiegend um Trennung von Wohnung und Arbeitsstätte.

So wünschenswert die Errichtung von Einfamilienhäusern (Kleinhäusern) auch ist, so ließ sich bisher doch die Herstellung größerer Mietshäuser darum nicht vermeiden, weil die Jahresmiete für ein Einfamilienhaus, die selbst unter günstigsten Verhältnissen vor dem Kriege gewöhnlich kaum unter 300 Mk. betrug, nicht von allen Arbeitern aufgebracht werden konnte. Die Proletarisierung der Bevölkerung durch das Massenmietshaus ist zwar sehr bedauerlich, läßt sich aber leider einstweilen in den Großstädten noch nicht verhindern. Ein großes Mietshaus braucht aber nicht unhygienisch zu sein, es gibt auch unter diesen Häusern solche, welche von gemeinnützigen Gesellschaften in mustergültiger Weise errichtet worden sind (Frankfurt a. M., München).

In den seitens einiger Kommunen (z. B. Charlottenburg) errichteten Ledigenheimen (s. auch S. 495) wird Ledigen gegen eine bescheidene monatliche Miete ein möbliertes kleines Zimmer mit Bett und Bettwäsche, Handtüchern, Zimmerreinigung, Heizung und Licht gewährt. Die Ledigenheime sollen in erster Linie dem Schlafstellenunwesen steuern.

Bei der Ausarbeitung von Bebauungsplänen sollte in erster Linie auch auf die Freihaltung genügend großer Flächen, die zu Spielplätzen und Gartenanlagen umgewandelt werden können, Bedacht genommen werden. Die sicher sehr bescheidene Forderung, daß für jeden Einwohner 1 qm Freifläche vorbehalten werden soll (d. h. 1 ha für 10000 Einwohner), ist in manchen Großstädten noch nicht einmal erfüllt. Bei großen Städten müssen diese Flächen naturgemäß möglichst gleichmäßig über die Stadt verteilt werden.

G. Wohnungs-Gesetzgebung usw.

Das preußische Gesetz über die Reinigung öffentlicher Wege vom 1. Juli 1912 besagt, daß diese Reinigung im allgemeinen als eine von der Ortspolizeibehörde erzwingbare öffentliche Last derjenigen Gemeinde obliegt, zu deren Bezirk der Weg gehört.

Auf die Bauordnungen ist bereits im vorhergehenden Bezug genommen worden. Dieselben sind in Preußen auf Grund des allgemeinen Landrechts und auf Grund des § 6 des Gesetzes über die Polizeiverwaltung vom 11. März 1850 erlassen. Unter dem 25. April 1919 hat der Staatskommissar für das Wohnungswesen (s. u.) den „Entwurf zu einer Bauordnung" aufstellen lassen, der künftig bei der Aufstellung von Bauordnungen für Städte, Landgemeinden mit stadtartiger Entwicklung und Vororte größerer Städte als Grundlage dienen soll.

Reichsgesetzliche Grundlagen für die Wohnungsaufsicht und die Wohnungspflege fehlen zur Zeit noch, doch haben eine Reihe von deutschen Ländern, Verwaltungsbezirken und Städten durch Gesetze oder Verordnungen die Angelegenheit zu regeln versucht. Zu nennen wären in dieser Beziehung Baden, Bayern, Bremen, Hamburg, Hessen, Lübeck, Sachsen und Württemberg, sowie die preußischen Regierungsbezirke Arnsberg, Düsseldorf, Köln und Münster, schließlich Städte, wie Charlottenburg, Essen u. a.

In Preußen ist erst unter dem 28. März 1918 ein Wohnungsgesetz erlassen worden.

Das preußische Wohnungsgesetz behandelt in seinen wesentlichen 8 Artikeln: Baugelände (Abänderung des Fluchtliniengesetzes vom 2. Juli 1875), Enteignung mit Rücksicht auf das Wohnungsbedürfnis, Eingemeindung und Umgemeindung, Baupolizeiliche Vorschriften, Benutzung der Gebäude (Wohnungsordnungen und Vorschriften über die Unterbringung von Arbeitern), Wohnungsaufsicht, gemeinsame Vorschriften für die Wohnungsordnungen und die Wohnungsaufsicht, und die Bereitstellung staatlicher Mittel.

Bei der Festsetzung der Fluchtlinien und Bebauungspläne soll in erster Linie auf das Wohnungsbedürfnis und ferner darauf Bedacht genommen werden, daß in ausgiebiger Zahl und Größe Plätze bzw. Gartenanlagen, Spiel- und Erholungsplätze vorhanden sind und daß für Wohnzwecke Baublöcke von angemessener Tiefe und Straßen von geringer Breite, entsprechend den verschiedenartigen Wohnungsbedürfnissen geschaffen werden. Wohnviertel sollen von den vorwiegend für gewerbliche Zwecke bestimmten Ortsteilen unterschieden werden. In Zukunft wird man für Straßen im Hochbaugebiet anstatt der Vorgärten innerhalb der Häuserviertel mehr Innenhof- und Gartenanlagen schaffen müssen. Das Mitwirkungsrecht der Polizeibehörden bei der Fluchtlinienfestsetzung ist durch das neue Gesetz erweitert gegenüber der Gemeinde. Während die Gemeinde bisher in der Lage war, durch Ortsstatut den Bau von Wohnhäusern an noch nicht fertiggestellten Straßen zu verbieten, kann jetzt der Bezirksausschuß auch gegen den Willen der Gemeinde von dem Bauverbot Dispens erteilen, wenn ein Bedürfnis nach Klein- oder Mittelwohnungen besteht. Der Flachbau (Häuser mit höchstens einem Obergeschoß über dem Erdgeschoß) werden bevorzugt. Zur Befriedigung des Wohnungsbedürfnisses kann der erforderliche Grund und Boden im Enteignungswege in Anspruch genommen werden. Das Enteignungsverfahren ist für diese Zwecke vereinfacht.

Für Gemeinden und Gutsbezirke mit mehr als 10 000 Einwohnern muß, für kleinere kann eine Polizeiverordnung erlassen werden, welche die Benutzung der Gebäude zum Wohnen und Schlafen regelt (Wohnungsordnung). Die einzelnen Wohnungsordnungen sollen den örtlichen Verhältnissen angepaßt werden, es ist daher vermieden, Mindestforderungen hinsichtlich der Ausmessungen und der Belegung der Wohnungen aufzustellen. Zur Durchführung der Wohnungsordnungen und zum Zwecke der Wohnungsaufsicht müssen Gemeinden mit mehr als 100 000 Einwohnern ein Wohnungsamt errichten, kleinere Gemeinden können

von der Aufsichtsbehörde dazu angehalten werden. Nur Wohnungen mit 4 Räumen oder weniger (einschließlich der Küche) und größere Wohnungen, sofern sie Zimmermieter, Einlieger oder Schlafgänger aufnehmen, oder als Wohn- oder Schlafräume für Dienstboten, Arbeiter oder Angestellte des Inhabers benutzt werden, oder im Keller- oder Dachgeschoß liegen, oder sofern es sich um Ledigenheime oder Arbeiterlogierhäuser handelt, unterliegen den Wohnungsordnungen und der Wohnungsaufsicht. Die Wohnungsaufsicht ist Sache der Gemeinde, die Wohnungsordnungen werden in der Regel von der Orts- oder Kreispolizeibehörde erlassen.

Nach dem Gesetz stellt der preußische Staat ferner erhebliche Staatsmittel zur Förderung der gemeinnützigen Bautätigkeit zur Verfügung.

Auf Grund dieser gesetzlichen Bestimmungen ist z. B. für den Landespolizeibezirk Berlin unter dem 24. April 1919 eine Wohnungsordnung erlassen worden.

Zur systematischen Bekämpfung der Wohnungsnot und um die Durchführung des neuen preußischen Wohnungsgesetzes zu sichern, wurde in Preußen unter dem 15. Mai 1918 ein Staatskommissar für Wohnungswesen ernannt. Ein Erlaß dieses Staatskommissars vom 10. Febr. 1919 gesteht für den Bau von Mittelhäusern gewisse baupolizeiliche Erleichterungen zu.

Die Dienstanweisung für die Wohnungsaufsichtsbeamten ist durch Erlaß vom 16. Dezember 1918 gegeben.

Wohnungsämter besitzen einzelne Städte, z. B. Charlottenburg, schon seit einer Reihe von Jahren.

Von den deutschen Ländern ist hinsichtlich der Wohnungsfürsorge namentlich Hessen vorbildlich gewesen. Das Hessische „Wohnungsaufsichtsgesetz“ vom 1. Juli 1893 ermächtigt die Gesundheitsbeamten und die Ortspolizeibehörden, die zum Vermieten bestimmten (Klein-) Wohnungen und Schlafstellen daraufhin zu untersuchen, ob aus deren Benutzung zum Wohnen oder Schlafen etwa Nachteile für die Gesundheit oder Sittlichkeit zu besorgen sind. Die Vermieter müssen vor dem Einzuge des Mieters der Ortspolizeibehörde Anzeige erstatten. Die Polizeibehörde kann die mietweise Benutzung gesundheitsschädlicher Wohnungen oder Schlafräume ganz untersagen oder von der Beseitigung gefundener Mißstände abhängig machen. Das Gesetz enthält keine Mindestforderungen. Unter dem 7. August 1902 ist dann ferner ein Hessisches Wohnungsfürsorgegesetz erlassen worden, welches die Frage der Errichtung einer ausreichenden Anzahl von Wohnungen für Minderbemittelte regelt. Zur Überwachung der in den beiden genannten Gesetzen vorgeschriebenen Maßnahmen ist in Hessen eine Landeswohnungsinspektion errichtet (1903).

Die Betätigungen auf dem Gebiete der Wohnungspflege müssen der Bevölkerung nicht als polizeiliche Maßregeln, sondern als Ausflüsse sozialer Wohlfahrtspflege erscheinen. Nur in Notfällen ist zu polizeilichen Zwangsmaßnahmen zu schreiten. Auf beiden Gebieten ist die Mitwirkung der Frau nicht nur erwünscht, sondern — wenigstens in der Wohnungspflege — sogar unentbehrlich.

Nach dem § 906 des B.G.B. kann der Eigentümer eines Grundstücks die Zuführung von Gasen, Dämpfen, Gerüchen, Rauch, Ruß, Wärme, Geräusch, Erschütterungen und ähnliche von einem andern Grundstück ausgehende Einwirkungen insoweit nicht verbieten, als die Einwirkung die Benutzung seines Grundstücks nicht oder nur unwesentlich beeinträchtigt oder durch eine Benutzung des andern Grundstücks herbeigeführt wird, die nach den örtlichen Verhältnissen bei Grundstücken dieser Lage gewöhnlich ist. Die Zuführung durch eine besondere Leitung ist unzulässig. Dagegen kann (§ 907) der Eigentümer eines Grundstücks verlangen, daß auf den Nachbargrundstücken nicht Anlagen hergestellt oder ge-

halten werden, von denen mit Sicherheit vorauszusehen ist, daß ihr Bestand oder ihre Benutzung eine unzulässige Einwirkung auf sein Grundstück zur Folge hat.

Ist eine Wohnung oder ein anderer zum Aufenthalte von Menschen bestimmter Raum so beschaffen, daß die Benutzung mit einer erheblichen Gefährdung der Gesundheit verbunden ist, so kann nach § 544 B.G.B. der Mieter das Mietsverhältnis ohne Einhaltung einer Kündigungsfrist kündigen, auch wenn er die gefahrbringende Beschaffenheit bei dem Abschlusse des Vertrags gekannt oder auf die Geltendmachung der ihm wegen dieser Beschaffenheit zustehenden Rechte verzichtet hat.

Sonstige minder wichtige für die Wohnungshygiene in Betracht kommende gesetzliche Bestimmungen enthalten die §§ 536—538 und § 618 des B.G.B., § 62 des Handelsgesetzbuchs und die §§ 16, 27 und 51 der Gewerbeordnung für das Deutsche Reich. Der Text dieser Paragraphen muß in den in Betracht kommenden Gesetzsammlungen nachgelesen werden.

Der Artikel 155 der neuen Reichsverfassung stellt die Überwachung der Verteilung und Nutzung des Bodens von Staats wegen in Aussicht mit dem Ziele, jedem Deutschen eine gesunde Wohnung zu sichern.

H. Untersuchungsmethoden.

1. Boden.

Zur Entnahme von Bodenproben in größeren Mengen müssen entsprechend tiefe Gruben angelegt werden, sofern nicht ein Bodenaufschluß zur Verfügung steht. Kleinere Erdproben aus bestimmten Tiefen werden mittels besonderer Instrumente heraufbefördert, z. B. mit dem Fränkenschen Erdbohrer. Dieser wird im besonderen für bakteriologische Bodenuntersuchungen angewandt.

Zur Bestimmung der Korngröße benutzt man den Knopschen Siebsatz (Abb. 194), der aus einer Reihe von übereinandergestellten Blechschalen besteht, deren Boden siebförmig gestaltet ist. Die Größe der Sieböffnungen nimmt von oben nach unten ab (7, 4, 2, 1 und 0,3 mm Durchmesser). Unter dem untersten Siebsatz befindet sich eine geschlossene Blechschüssel. Eine gewogene, zuvor bei 100° getrocknete Menge Boden wird auf das oberste Sieb gegeben und durch fortwährendes Schütteln der Boden durch die Siebe hindurchgetrieben. Man wiegt dann die auf den einzelnen Sieben zurückgebliebenen Mengen und rechnet sie prozentisch auf die ganze Bodenmenge um.

Bodenpartikel unter 0,3 mm kann man durch das Abschlämmverfahren, für das eine ganze Reihe von Apparaten angegeben sind, weiter unterteilen.

Zur Feststellung des Porenvolumens (nach Renk) schüttet man den Boden in einen unten mit feiner Drahtgaze geschlossenen Blechzylinder von 5—10 cm Durchmesser und 20 cm Höhe, befördert durch Klopfen das Setzen der Bodenteilchen und schüttet dann die ihrem Volum nach bekannte Bodenmenge in einen Meßzylinder von 1 l Inhalt, der mit 500 ccm Wasser angefüllt ist. Dann rührt man um und liest den Stand des Wassers ab. Das abgelesene Volumen, abzüglich der Wassermasse, ergibt das wirkliche Bodenvolumen. Zieht man diesen Wert von der abgemessenen Bodenmasse ab, so erhält man den Luftgehalt (Porenvolumen) des Bodens, der in Prozenten ausgerechnet wird.

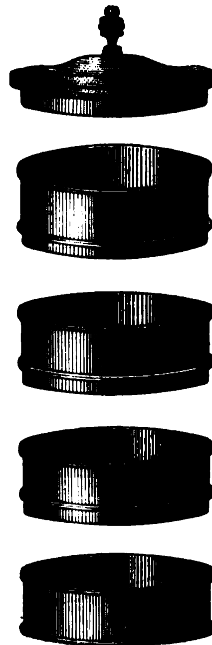


Abb. 194. Teile eines Knopschen Siebsatzes. (Nach König.)

Wiederholt man diese Untersuchung, indem man vorher sich den Boden mit Wasser sättigen, das überschüssige Wasser aber ablaufen läßt, so kann man mit Hilfe des für das Porenvolumen gefundenen Wertes auch die wasserzurückhaltende Kraft des Bodens, d. h. seine Wasserkapazität bestimmen. Je feinkörniger der Boden ist, um so größer pflegt seine Wasserkapazität zu sein.

Die Bestimmung der Bodentemperatur muß mit Thermometern vorgenommen werden, die eine gewisse Trägheit besitzen, da die Ablesung der Temperatur erst nach dem Herausziehen aus dem Boden erfolgen kann. Nur bei der Messung der Temperatur der obersten Bodenschichten kann man so lange Thermometer verwenden, daß ihre Skala über Terrain herausragt. Man legt gewöhnlich einen 3 m tiefen engen Schacht an, dessen Wände man mit einem schlechten Wärmeleiter, z. B. Holz ausfüttert. Dieses Futter muß an der Stelle, an welcher das Quecksilbergefäß der in passende Holzklötze eingeschlossenen Thermometer liegt, von einem kurzen, wagerechten Kupferrohr unterbrochen sein, damit die an dieser Stelle zu messende Bodenwärme an das Quecksilbergefäß herankommen kann. Die Ablesung der Bodenthermometer erfolgt gewöhnlich zu bestimmten Tagesstunden.

Um den Grundwasserstand im Boden festzustellen, kann man sich entweder bereits vorhandener Brunnen bedienen oder man legt eigens zu diesem Zweck besondere Beobachtungsbrunnen an (vgl. Abb. 153). Zuvor muß für die Messung ein Fixpunkt über Terrain festgelegt werden; hierzu kann beispielsweise ein Punkt am oberen Rande der Brunnenfassung dienen, auf welchen die Messungen zu beziehen sind. Ausgeführt wird die Messung mit Hilfe des Pettenkoferschen Schälchenapparates, das ist ein an einem Meßband befestigter Messingstab, an dem in Abständen von 0,5 cm Schälchen angebracht sind. Der Nullpunkt des Meßbandes befindet sich entweder am oberen oder unteren Ende des Stabes. Man läßt das Instrument herunter, bis es in das Wasser eintaucht, liest das Meßband am Fixpunkt ab und zählt nach dem Herausziehen des Instruments die Anzahl der von Wasser nicht gefüllten Schälchen. Es berechnet sich dann leicht die Lage des Wasserspiegels unterhalb des Fixpunktes. Da es in Brunnen und Beobachtungsröhren wegen der Dunkelheit nicht immer leicht ist, den Wasserspiegel mit dem Instrument zu finden, hat man den Apparat mit einer akustischen Signalvorrichtung versehen (Rangscher Brunnenmesser, vgl. Abb. 195). Sobald dies innen hohle Meßinstrument in das Wasser eintaucht, setzt das von unten her eindringende Wasser eine am Kopf des Instrumentes befindliche Pfeife in Tätigkeit.



Abb. 195. Wasserstandsmesser (Brunnenmesser) mit Pfeifvorrichtung. (Nach Rang.)

Die Entnahme von Bodenproben zur bakteriologischen Untersuchung muß natürlich mit vorher sterilisierten Instrumenten (Platinlöffel oder Fränkenschem Erdbohrer) geschehen.

2. Bau-, Straßen- und Wohnungshygiene.

Die hierfür in Betracht kommenden Untersuchungsmethoden sind in den vorhergehenden Abschnitten des Buches bereits fast sämtlich genannt worden (vgl. die Abschnitte I, II, IV).

Untersuchungen der Beschaffenheit der Straßenluft, z. B. auf Rußgehalt und Staub, sind seltene Aufgaben. Der großen Verdünnung wegen, in welcher sich Gase und Schwebestoffe in der freien Luft befinden, müssen für quantitative Bestimmungen meist sehr große Luftvolumina entnommen werden und hierfür fehlt es an einfachen, bequem zu handhabenden Apparaten.

Ein von Ascher angegebener Apparat, bei welchem mittels einer durch Kurbelantrieb mit Zählwerk in Bewegung gesetzten Bälgenvorrichtung größere Mengen Luft durch ein Papierfilter gesaugt werden, gestattet immerhin die Ermittelung von Vergleichswerten (verschieden starke Färbung der Filter durch Ruß und Staub). Um die Art des Staubes zu erkennen, oder um seine Menge annähernd zu schätzen, kann man mit Glyzerin bestrichene Objektträger längere oder kürzere Zeit exponieren und die darauf abgesetzten Staubteilchen mikroskopisch betrachten und auch zählen. Der Aitkensche Staubzähler ist bereits auf S. 212 beschrieben worden.

In Häusern und Wohnungen unterliegen der hygienischen Beurteilung besonders folgende Fragen.

Zu kalte oder zu warme Wohnräume.

Die Untersuchung erfolgt durch Aufstellung geprüfter selbstregistrierender Thermometer (Thermographen, vgl. S. 214) oder von Maximum-Minimum-Thermometern.

Feuchtigkeit der Luft und der Wände.

Die Bestimmung der Luftfeuchtigkeit geschieht nach den auf S. 217ff. angegebenen Verfahren. Auch hier ist die Aufstellung selbstregistrierender Instrumente (Hygrographen) zu empfehlen. Zur objektiven Feststellung der Mauerfeuchtigkeit werden Mörtelproben den Wänden entnommen und ihr Wassergehalt bestimmt. Verschiedene Verfahren sind hierfür angegeben. Am meisten benutzt wird die Methode von Markl, bei welcher 25 g pulverisierten Mörtels mit 100 ccm eines möglichst hochprozentigen Alkohols geschüttelt werden. Die Zunahme des spezifischen Gewichts des Alkohols, gemessen mit einer besonderen Senkspindel, gibt den Wassergehalt an, der auf 100 g Mörtel umzurechnen ist.

Unzureichende Belichtung.

Die Untersuchung erfolgt nach den im Kapitel Schulhygiene angegebenen Methoden.

Luftverunreinigung durch Gase und üble Gerüche.

Die in diesem Falle anzuwendenden Untersuchungsverfahren sind dem zweiten Abschnitt dieses Buches zu entnehmen.

Übermäßige Geräusche und Erschütterungen.

Hier kann gewöhnlich die Begutachtung nur subjektiv sein. Vgl. hierzu S. 351.

Verdacht auf Vergiftung durch Tapeten und dgl.

Die Untersuchung der entnommenen verdächtigen Proben erfolgt nach den Regeln der chemischen Analyse. Vgl. S. 211.

Verdacht auf Übertragung ansteckender Krankheiten durch die Wohnung.

Hier ist zunächst an die Anwesenheit von Bazillenträgern zu denken und der Versuch zu machen, dieselben durch bakteriologische Untersuchung herauszufinden. Ferner ist auf das Vorhandensein von Ungeziefer zu achten, sowie auf eine etwaige Fliegen- oder Mückenplage. Selten wird es vorkommen, daß man auf bestimmte Krankheitserreger in der Wohnung selbst fahnden muß. In Betracht kämen dann Abstriche von verdächtigen Stellen, z. B. an der Wand und Prüfung dieser Abstriche kulturell oder durch das Tierexperiment (Tuberkelbazillen).

Die Berechtigung der vorgebrachten Klagen über Gesundheitsschädigungen durch die Wohnung ist deshalb häufig so schwer festzustellen, weil die gerügten Mißstände bisweilen nur zeitweilig auftreten und sich dadurch der gutachtlichen Beurteilung entziehen. Oft ist daher nur eine sehr zeitraubende Beobachtung — unter Umständen auch nachts — imstande, die notwendige Aufklärung zu bringen.

Bedeutend einfacher ist die Feststellung derjenigen Schädlichkeiten, die dauernde Zeichen in der Wohnung hinterlassen (z. B. Schimmelbildung durch Feuchtigkeit), oder die von vornherein in dem Baumaterial oder in der Wohnungsausrüstung gelegen sind.

Anhang.

Die Unterbringung von Kranken, Obdachlosen, Reisenden und Gefangenen.

A. Krankenhäuser.

Auf je 1000 Einwohner in größeren Städten müssen etwa 6, in ländlichen Gegenden 2 Krankenhausbetten zur Verfügung stehen.

Bei der Neuanlage von Kranken- und Pflegeanstalten ist vorher sorgfältigst die Frage der Wasserversorgung und der Abwässerbeseitigung zu prüfen. Erst wenn beide in völlig befriedigender Weise sichergestellt sind, darf die weitere Bearbeitung des Projektes erfolgen.

Naturgemäß sind die Aufgaben verschieden, je nachdem ob es sich um den Bau einer großen Krankenanstalt oder um ein kleines Krankenhaus handelt. Von den beiden Krankenhaustypen: Korridorbau und Pavillonbau bzw. Barackenbau (vgl. Abb. 94) wird man z. B. für kleine ländliche Krankenhäuser im allgemeinen den Korridorbau bevorzugen, während bei großen städtischen Krankenhäusern der Pavillonbau und Barackenbau in der Regel mehr Vorteile bieten wird; doch muß natürlich auch diese Frage von Fall zu Fall entschieden werden. Vorschriften über Anlage, Bau und Einrichtung von Kranken-, Heil- und Pflegeanstalten, sowie von Entbindungsanstalten und Säuglingsheimen sind unter dem 8. Juli 1911 von den preußischen Ministern des Innern, der öffentlichen Arbeiten und für Handel und Gewerbe erlassen worden. Sie können gegebenenfalls als Richtlinien für

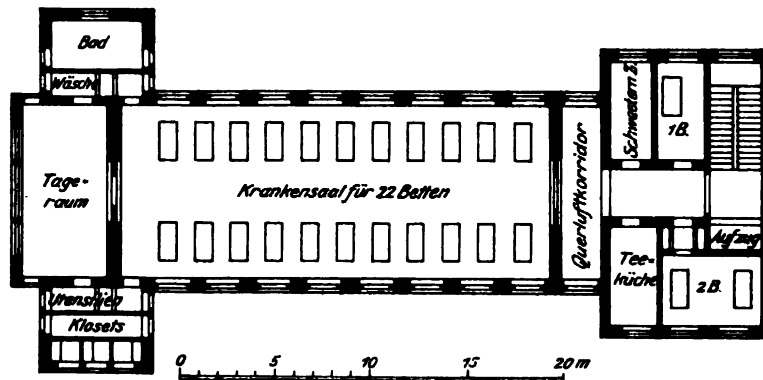


Abb. 196. Zweigeschossiger Pavillon im Städt. Krankenhaus in Hannover. (Aus Grober, Das deutsche Krankenhaus.)

Gute Anordnung der Nebenräume. Querluftkorridor. Vorraum zu dem zweibettigen Isolierzimmer. Großer Tageraum. Gute Lüftbarkeit von Klosetts und Bad.

den einzuschlagenden Weg dienen. Im folgenden sind einzelne der Vorschriften auszugsweise wiedergegeben.

Die Krankenanstalt muß frei und entfernt von Betrieben liegen, die geeignet sind, den Zweck der Anstalt zu beeinträchtigen.

Der Bauplatz muß wenigstens 100 qm für das Bett groß sein.

Bei größeren Krankenanstalten muß für die Aufnahme von Kranken eine Beobachtungsabteilung mit besonderem Eingang von außen vorhanden sein. Krankenräume sollen im allgemeinen nur einseitig den Gängen angelagert werden. Die Wände in allen Krankenzimmern sollen glatt, in Operations- und Entbindungszimmern, sowie in solchen Räumen, in denen Personen mit übertragbaren Krankheiten untergebracht werden, abwaschbar und mit ausgerundeten Ecken hergestellt sein. Fußböden sind möglichst wasserdicht und so herzustellen, daß die Kranken vor Abkühlung geschützt sind.

Die Fenster der von den Kranken benutzten Räume müssen unmittelbar ins Freie führen. In mehrbettigen Krankenzimmern soll die Fensterfläche mindestens $1/_7$ der Bodenfläche, in einbettigen Zimmern mindestens 2 qm betragen.

Bei bettlägerigen Kranken über 14 Jahre muß in mehrbettigen Zimmern für jedes Bett ein Luftraum von wenigstens 30 cbm bei 7,5 qm

Bodenfläche (bei einbettigen 40 cbm und 10 qm) zur Verfügung stehen. Mehr als 30 Betten dürfen in einem Krankenraum nicht aufgestellt werden.

Die Größe der Tageräume muß mindestens 2 qm für jeden Kranken betragen, die der Erholungsplätze (Gartenanlagen) etwa 10 qm. Es ist zu sorgen für ausreichende, aber nicht belästigende Erwärmung, für die Lieferung von wenigstens 200 Litern einwandfreiem Wasser für jeden Kranken, für hygienisch einwandfreie Entwässerung, für die genügende Zahl von Abortanlagen (einer auf 10 weibliche, bzw. 15 männliche Kranke). Die Aborte müssen einen Vorraum haben mit ständiger Lüftung (Abb. 196). Ferner ist zu sorgen für Badeeinrichtungen, sog. Teeküchen, Operationszimmer, Wirtschaftsräume, für eine Wasch- und Desinfektionsanstalt und einen Leichenraum mit Sektionszimmer.

Für Kranke, die an übertragbaren Krankheiten leiden, sind die erforderlichen Absonderungsräume nebst Abort und Baderaum entweder in einem besonderen Gebäude oder in einer gesonderten Abteilung (mit besonderem Eingang von außen) vorzusehen (s. unten).

Dieselben Vorschriften gelten mit einigen Abänderungen auch für Anstalten für Geisteskranke usw., für Lungenheilstätten, Entbindungsanstalten und Säuglingsheime.

Die Kosten für die Anlage eines Krankenhauses schwanken natürlich erheblich nach der Art der Ausführung und nach den sonstigen Umständen. Man mußte bisher gewöhnlich die Unkosten für je ein Bett auf 3000 bis 6000 Mark veranschlagen.

Zur Entlastung der großen Krankenanstalten empfiehlt sich die Errichtung besonderer Leichtkrankenhäuser oder von Genesungsheimen in einfacherer Ausstattung.

Hygienische Maßnahmen sind prophylaktischer Art, d. h. sie sollen dazu dienen, Krankheiten zu verhindern. Daher interessieren den Hygieniker im Krankenhauswesen weniger die medizinischen Einrichtungen als diejenigen, welche die Verhütung der Weiterverbreitung von Infektionskrankheiten betreffen. Zu ihrer Bekämpfung dienen in den Krankenhäusern hauptsächlich folgende Maßnahmen:

Ansteckende Kranke in besonderen Hospitälern unterzubringen, wie das in manchen andern Ländern („Feverhospitals") öfter geschieht, ist in Deutschland im allgemeinen nicht üblich. Man beschränkt sich darauf, innerhalb des Krankenhauses besondere Gebäude für sie zu reservieren in Form von Isolierbaracken oder Isolierpavillons. Zweckmäßig werden nur eingeschossige Gebäude zu diesem Zwecke gewählt. Während man für das Krankenbett sonst insgesamt eine Fläche von 60—120 qm des Krankenhausgeländes rechnet, muß man der besseren Trennung wegen bei infektiösen Kranken diese Maße auf 150—200 qm vergrößern. Tunlichst wird man jede Gattung von Infektionskranken in ein besonderes Gebäude legen, doch ist das natürlich nur bei großen Krankenhäusern durchführbar. Um die Übertragung von Krankheiten gleich bei der Aufnahme auf andere Personen zu verhindern, empfiehlt es sich, einen besonderen Zugang für die aufzunehmenden ansteckenden Kranken einzurichten, besondere Beobachtungszimmer für verdächtige, noch nicht genau diagnostizierte Fälle bereit zu halten usw. Die Isoliergebäude sind relativ klein anzulegen und dafür lieber ihre Zahl zu vermehren. Sie müssen eine möglichst abgesonderte Lage erhalten. Besondere Sorgfalt ist darauf zu verwenden, daß Wände, Fußböden,

Heizvorrichtungen u. dgl. in den Krankenzimmern leicht zu reinigen und zu desinfizieren sind. Ein- und ausspringende Wandecken sind abgerundet herzustellen. Glasierte Tonplatten bedecken die Wände zweckmäßig bis 1,50 m oder bis 2 m Höhe, Wandanstriche sollen aus Ölfarbe bestehen, damit sie abwaschbar sind. Auch Emaille- oder Lackfarben kommen in Frage. Als Fußbodenbelag auf den massiven Deckenkonstruktionen kommen in Betracht in Asphalt verlegte Stabfußböden, Linoleum auf Zementestrich, in Zementmörtel verlegte gebrannte Tonplatten. Diese, sowie der weniger widerstandsfähige Terrazzofußboden, haben allerdings den Nachteil, sehr fußkalt zu sein.

Daß der Desinfektion der infektiösen Abgänge der Kranken, der Krankenwäsche und der mit den Kranken in Berührung gekommenen Gefäße, einschließlich der Eßgeräte, besondere Aufmerksamkeit zu schenken ist, bedarf keiner besonderen Betonung. Doch sind die Desinfektionseinrichtungen nicht allzusehr zu dezentralisieren, sondern ihre Verteilung nur auf das Nötigste zu beschränken, falls für sicheren Transport des Desinfektionsgutes nach der gemeinsamen Desinfektionsanstalt des Krankenhauses Sorge getragen ist. Wegen der in Betracht kommenden Desinfektionsmittel vgl. das Kapitel Desinfektion.

Die für aseptische Operationen notwendigen Instrumente und Verbandstoffe werden auf thermischem Wege (Auskochen, Dampf) keimfrei gemacht.

Für das Pflegepersonal in den Infektionsabteilungen müssen Unterkunftsräume geschaffen werden, die seine Berührung mit anderem Personal möglichst ausschließen. Um die Verschleppung von Infektionserregern durch die Ärzte zu verhüten, sind den Krankenräumen besondere kleine Vorräume (Abb. 196) anzugliedern, in denen der Arzt die Überkleidung wechseln und die notwendigen Desinfektionen vornehmen kann („Ärzteschleuse“).

Eine völlig individuelle Ernährung jedes Kranken, wie sie an und für sich wünschenswert wäre, läßt sich aus wirtschaftlichen Gründen in größeren Krankenanstalten meist nicht durchführen. Die Kost wird daher schematisch nach verschiedenen „Formen“ gewährt, je nachdem es sich um ganz leichte, außer Bett befindliche, bettlägerige, fiebernde, magen-darmkranke usw. Patienten handelt. Zu diesen Kostformen können dann noch gewisse Zulagen gegeben werden.

B. Asyle für Obdachlose, Herbergen, Gasthöfe.

Alle diejenigen Stellen, an denen hauptsächlich zum Zwecke des Übernachtens Personen aus unteren Volksschichten mit unkontrollierbarem Gesundheitszustand in mehr oder minder großer Unsauberkeit und Verwahrlosung zusammenkommen, können Ausgangspunkte von Epidemien werden und erfordern daher die besondere Aufmerksamkeit der Gesundheitsbehörden. Ferner geben sie bei Vernachlässigung der notwendigen Aufsicht leicht Anlaß zu sittlichen Mißständen.

Zu den ansteckenden Krankheiten, die ihre Verbreitung von diesen Stellen aus finden und auch bereits gefunden haben, gehören namentlich: Cholera, Ruhr, Typhus, Fleckfieber und Rückfallfieber, Pocken, Pest, Trachom, Krätze. Daneben wird auch die Verbreitung der Tuberkulose durch verwahrloste Herbergen usw. gefördert.

Für große Städte, in denen ein erheblicher Bruchteil der Bevölkerung zu den oben erwähnten Kategorien zu rechnen ist, muß daher die Forderung erhoben werden, für ein Unterkommen der Obdachlosen in einer Form zu sorgen, welche die gesundheitliche Gefährdung der übrigen Bevölkerung tunlichst verhindert. Dies geschieht zunächst durch den Bau und den Betrieb von Asylen nach hygienischen Grundsätzen. Die Obdachlosen-Asyle dienen entweder dazu, ganzen Familien, die wohnungslos sind, für kürzere Zeit Unterkunft zu gewähren oder sie sollen nur einzelnen Personen für die Nacht eine Zufluchtstätte bieten. Solche gut eingerichteten Asyle besitzen eine ganze Reihe großer deutscher Städte, wie z. B. Berlin, Charlottenburg, Cöln, Düsseldorf, Elberfeld, Frankfurt a. M., Hamburg, Leipzig. Auf ihre Organisation näher einzugehen, verbietet sich an dieser Stelle, auch sind die Gesichtspunkte, die bei ihrer Anlage und ihrem Betrieb zu beachten sind, eigentlich selbstverständlich. Reinlichkeit in jeder Beziehung ist das Haupterfordernis. Sie kann nur gewahrt werden bei genügender Größe der Anlage, ausreichender Versorgung mit Luft, Licht und reinem Wasser, sorgfältiger Beseitigung der Abgänge (Aborte), beim Vorhandensein von Bade- und Desinfektions- (bzw. Entlausungs-) Einrichtungen. Als Lagerstellen kommen nur eiserne, leicht zu reinigende Bettstellen in Betracht. Fußböden und Wände müssen leicht abwaschbar sein. Zentrale Beheizung, elektrische Beleuchtung sind selbstverständlich.

Eine wohldurchdachte Hausordnung, auf deren Einhaltung streng zu halten ist, das Verbot des Mitbringens alkoholischer Getränke, die Einrichtung von Küchen zur Bereitung einfachster Morgen- und Abendimbisse sind weitere Notwendigkeiten.

Wichtig ist die ärztliche Überwachung der Insassen, um erkrankte Personen rechtzeitig ausfindig zu machen.

Sehr viel schwieriger durchführbar, zum Teil sogar undurchführbar, sind solche Maßnahmen natürlich bei kleineren Herbergen, indessen ist bei ihnen auch die Gefahr von Masseninfektionen geringer.

Bedenkliche Zustände finden sich in Großstädten meist im sog. Schlafstellenwesen, d. h. bei der Aufnahme von Schlafburschen und Schlafmädchen in die Familien. Polizeiverordnungen zur Regelung dieser Einrichtungen sind durchaus erforderlich, vermögen aber naturgemäß nicht überall Abhilfe zu schaffen. Für unverheiratete Arbeiter ist daher die Erbauung sog. Ledigenheime (s. S. 486) eine vom gesundheitlichen und sittlichen Standpunkt aus sehr zu begrüßende Maßnahme. Solche Ledigenheime für männliche Arbeiter (und Mädchenheime für weibliche) finden sich bereits in manchen großen Städten in oft mustergültiger Weise eingerichtet (z. B. in Charlottenburg, Düsseldorf, München, Straßburg i. E., Stuttgart). Sie sind teils freizügig, teils sind sie auf konfessioneller Basis errichtet (z. B. die katholischen Gesellenheime, der evangelische Jünglingsverein usw.). Auch bei allen diesen Veranstaltungen ist die Einhaltung hygienischer Prinzipien beim Bau, die Sauberkeit im Betriebe und eine straffe Organisation (Hausordnung) unerläßlich.

Geht man in der Stufenleiter weiter nach oben zu den besseren Gasthöfen, so liegt auch dort noch vieles im argen, wie alle viel auf Reisen befindlichen Personen aus eigener Anschauung wissen. Auf der 28. Versammlung des Deutschen Vereins für öffentliche Gesundheitspflege im Jahre 1903 (vgl. Deutsche Vierteljahrschrift für öff. Gesundheitspflege,

36. Bd.) sind diese Verhältnisse eingehend besprochen worden. Es sei daher auf diese Verhandlungen hingewiesen.

An ausreichenden gesetzlichen Bestimmungen, die Massenquartiere betreffend, fehlt es zur Zeit noch. Erwähnt seien nur das Reichsgesetz über den Unterstützungswohnsitz, die Konzessionspflicht der Herbergen auf Grund des § 33 der Reichsgewerbeordnung, das preußische Gesetz vom Jahre 1850 über die Polizeiverwaltung, Polizeiverordnungen betr. das Schlafstellenwesen (z. B. für Berlin) usw.

C. Gefängnisse.

Die Entziehung der persönlichen Freiheit auf längere Zeit im Wege des üblichen Strafvollzuges ist ein Eingriff, der erhebliche gesundheitliche Gefahren für Körper und Geist mit sich bringt. Überall da, wo es darauf ankommt, durch eine zeitweilige Gefangensetzung zu strafen und nach Ablauf der Strafe den Häftling wieder einer geordneten Arbeit im bürgerlichen Leben zuzuführen, ist es notwendig, diese gesundheitlichen Gefahren nach Möglichkeit zu verringern. In den Fällen dagegen, wo man Verbrechernaturen für ihr ganzes Leben der menschlichen Gesellschaft fernhalten will, kann man zweifelhaft sein, ob eine weitgehende Rücksichtnahme auf ihre Gesundheit überhaupt notwendig ist. Man wird sie auf ein geringeres Maß beschränken dürfen.

Die Schäden, welche eine längere Haftzeit mit sich bringt, äußern sich hauptsächlich in Veränderungen des Geistes und des Ernährungszustandes. Letzterer wird nicht nur durch die Gefangenenkost unmittelbar, sondern auch mittelbar durch die psychischen Störungen beeinflußt.

Die Verhütung geistiger Krankheiten muß durch richtige Auswahl des Haftsystems und Zuteilung angemessener Arbeit erfolgen, die Schonung des Ernährungszustandes durch eine richtig zusammengestellte Gefängniskost.

Gemeinschaftshaft und Einzelhaft sind die beiden Hauptarten des Strafvollzuges. Das letztere System hat seine Vorzüge besonders auf sittlichem Gebiete, es entzieht den besserungsfähigen Gefangenen den Gefahren, die ihm durch den Verkehr mit anderen, moralisch verkommenen Mitgefangenen drohen. Auf der anderen Seite führt sie leicht, besonders bei von Haus aus psychisch belasteten Naturen, zu geistigen Störungen. Ihre Dauer ist daher gesetzlich beschränkt worden und darf in Deutschland nicht länger als 3 Jahre bei Erwachsenen bzw. 3 Monate bei Jugendlichen währen. Die Fälle unterliegen zudem der ärztlichen Prüfung. Ein Vorzug der Einzelhaft liegt übrigens darin, daß bei ihr eine mehr die Eigenart des Sträflings berücksichtigende Behandlung durch das Anstaltspersonal möglich ist. Die Einzelhaft ist daher namentlich für jugendliche Verbrecher die gegebene Art des Strafvollzuges. Tunlichst sind die jugendlichen Verbrecher überhaupt in besonderen Anstalten unterzubringen.

Am günstigsten zu beurteilen ist das sog. progressive oder irische System. Es gestattet dem Gefangenen, seine Lage allmählich durch Wohlverhalten zu bessern und beugt hierdurch einer geistigen Erschlaffung vor. Ähnlich wirkt die Aussicht auf bedingte Entlassung.

Die in Frankreich und Rußland übliche Strafe der Verschickung in unkultivierte Gegenden (Deportation) ist in Deutschland nicht eingeführt. Sie ist ja nach den Umständen, unter denen sie verhängt wird, verschieden zu bewerten, dürfte aber meistens abfällig zu beurteilen sein.

Die Gefängniskost kann nach Lage der Dinge nur die Aufgabe haben, den Häftlingen diejenigen Nahrungsstoffe zu liefern, die sie benötigen, um gesund und arbeitsfähig zu bleiben. Es hat sich aber gerade bei der Gefangenenernährung gezeigt, daß eine Berechnung der Nahrung nur nach ihrem Verbrennungswert hier nicht angängig ist, sondern daß auch andere Momente, weil sie ausschlaggebend sind, berücksichtigt werden müssen. Die Einförmigkeit und die geringe Konsistenz, der Mangel an Würzstoffen haben, besonders früher, die Gefangenennahrung für viele Häftlinge unerträglich gemacht und zu dem Zustand geführt, welchen man als „Abgegessensein" bezeichnet hat und der zu schweren Erscheinungen der Unterernährung und des Kräfteverfalls Veranlassung gab. Da die Gefangenenkost möglichst einfach und für den Staat billig sein soll, besteht sie naturgemäß vorwiegend aus Vegetabilien. Es ist aber von Wichtigkeit, daß die Zubereitung dieser Speisen dann wenigstens so erfolgt, daß nicht ein allzuschneller Widerwille gegen sie entsteht. Die früher recht schlechten Verhältnisse haben sich übrigens schon seit längerer Zeit (in Preußen z. B. seit 1887) erheblich geändert. Die Kostordnungen sind geprüft und berichtigt worden. Im übrigen muß die Menge der zugebilligten Nahrungsstoffe davon abhängig gemacht werden, ob der Gefangene schwere, leichte oder gar keine körperliche Arbeit leistet.

Trotzdem die Ernährungsverhältnisse in den Gefängnissen in der neueren Zeit besser geworden sind und bei den Neubauten auch auf Schaffung sonstiger guter hygienischer Verhältnisse (Lüftung, Belichtung, Heizung usw.) Bedacht genommen wird, wie das namentlich bei den Bauten nach dem sog. panoptischen System möglich ist, ist die Mortalität der Gefangenen noch immer höher als diejenige der freien Bevölkerung. Unter den Gefängniskrankheiten nimmt nach wie vor die Tuberkulose die erste Stelle ein. Auch Selbstmorde sind verhältnismäßig häufig.

In Zeiten des Tiefstandes der gesamten Volksernährung, wie er in dem großen europäischen Kriege in Deutschland in die Erscheinung trat, machte sich naturgemäß bei den Gefangenen die Unterernährung besonders bedrohlich bemerkbar, so daß kachektische und hydrämische Zustände (Ödemkrankheit) weit häufiger als sonst zur Todesursache wurden.

Für verbrecherische Irre und irrgewordene Verbrecher sollten in größeren Strafanstalten tunlichst besondere Abteilungen vorhanden sein. Diese Art der Unterbringung — statt in Irrenanstalten — empfiehlt sich hauptsächlich aus Gründen der öffentlichen Sicherheit.

Zu einer größeren Strafanstalt gehören ferner: Lazarett mit Desinfektionseinrichtung, Badeanstalt, Leichenhaus.

In Preußen unterstehen seit kurzem sämtliche Strafanstalten der Justizverwaltung.

Literatur.

A. Wasserversorgung und Beseitigung der Abfallstoffe.

Abel, Die Vorschriften zur Sicherung gesundheitsgemäßer Trink- und Nutzwasserversorgung. 1911.
Derselbe, Leichenwesen im Handbuch der Hygiene von Rubner-v. Gruber-Ficker. 4. Bd. 1912.
Bunte, Das Wasser. Enzyklopäd. Handb. d. techn. Chem. 4. Aufl. 11. Bd. 1917.

Dörr, Hausmüll und Straßenkehricht. 1912.
Dunbar, Leitfaden für die Abwasserreinigungsfrage. 2. Aufl. 1912.
Frühling, Die Entwässerung der Städte. Handb. d. Ingenieurwissensch. 3. Teil. 4. Bd. 1910.
Gärtner, Die Hygiene des Wassers. 1915.
Gennerich, Die Flüsse Deutschlands. 1908.
Götze, Wasserversorgung in Weyls Handb. d. Hyg. 2. Aufl. 1. Bd. 1919.
Goltz, Abdeckereiwesen in Weyls Handb. d. Hyg. 2. Aufl. 2. Bd. 1912.
Grünhut, Trink- und Tafelwasser, in v. Buchka, Das Lebensmittelgewerbe. 3. Bd. 1918.
Haefcke, Handbuch des Abdeckereiwesens. 1906.
Höfer von Heimhalt, Grundwasser und Quellen. 1912.
Hoffmann, Abfuhrsysteme usw. in nichtkanalisierten Städten in Weyls Handb. d. Hyg. 2. Aufl. 2. Bd. 1918.
Keilhack, Lehrbuch der Grundwasser- und Quellenkunde. 1912.
Klut, Die Untersuchung des Wassers an Ort und Stelle. 3. Aufl. 1916.
Derselbe, Über die aggressiven Wässer und ihre Bedeutung für die Wasserhygiene. Med. Klinik. 1918.
König, J. und Lacour, Die Reinigung städtischer Abwässer in Deutschland nach dem natürlichen biologischen Verfahren. 1915.
Kolb, Über Permutit. Sozial-Technik. 1915.
Kolkwitz, Pflanzenphysiologie. 1914.
Kratter, Leichenwesen in Weyls Handb. d. Hyg. 2. Aufl. 2. Bd. 1912.
Kruse, Die hygienische Untersuchung und Beurteilung des Trinkwassers in Weyls Handb. d. Hyg. 2. Aufl. 1. Bd. 1919.
Lueger-Weyrauch, Die Wasserversorgung der Städte. 2. Aufl. 1914/16.
Ohlmüller-Spitta, Die Untersuchung und Beurteilung des Wassers und Abwassers. 3. Aufl. 1910.
v. Pfuhlstein, Öffentliche Wasserversorgung und Entwässerung. 2. Aufl. 1913.
Prinz, Handbuch der Hydrologie. 1919.
Pritzkow, Die gewerblichen Abwässer. Weyls Handb. d. Hyg. 2. Aufl. 2. Bd. 1914.
Derselbe, Verunreinigung und Selbstreinigung der Gewässer. Ebenda.
Roth, Zur Frage der Wasserversorgung und Abwässerbeseitigung in gewerblichen Betrieben. Deutsche Vierteljahrsschr. f. öff. Gesundheitspfl. 1915.
Schmidtmann, Thumm und Reichle, Beseitigung der Abwässer und ihres Schlammes im Handb. d. Hyg. von Rubner-v. Gruber-Ficker. 2. Bd. 1911.
Silberschmidt, Müll (mit Hauskehricht) in Weyls Handb. d. Hyg. 2. Aufl. 2. Bd. 1918.
Smreker, Die Wasserversorgung der Städte. 1914.
Spiegelberg, Beseitigung und Verwertung des Klärschlamms aus städtischen Abwässern. Öffentl. Gesundheitspfl. 1917.
Spitta, Wasserversorgung im Handb. d. Hyg. von Rubner-v. Gruber-Ficker. 2. Bd. 1911.
Tillmans, Die chemische Untersuchung von Wasser und Abwasser. 1915.
Tillmans-Spiekermann-Thienemann, Untersuchung des Trink- und häuslichen Gebrauchswassers in König, Chemie d. menschl. Nahrungs- u. Genußmittel. 4. Aufl. 3. Bd. 1918.
Thumm, Abwasserbeseitigung bei Gartenstädten, bei ländlichen und bei städtischen Siedelungen. 1913.
Derselbe, Über Anstalts- und Hauskläranlagen. 2. Aufl. 1913.
Derselbe, Abwasserreinigungsanlagen, ihre Leistungen und ihre Kontrolle vom chemisch-praktischen Standpunkt. 1914.
Wilhelmi, Kompendium der biologischen Beurteilung des Wassers. 1915.
Derselbe, Die biologische Selbstreinigung der Flüsse in Weyls Handb. d. Hyg. 2. Aufl. 2. Bd. 1914.
Zahn, Die Reinigung städtischer Abwässer in Weyls Handb. d. Hyg. 2. Aufl. 2. Bd. 1914.

B. Bau-, Straßen- und Wohnungshygiene.

Abel-Olshausen, Feuchte Wohnungen: Ursache, Einfluß auf die Gesundheit und Mittel zur Abhilfe. Deutsche Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspflege. 35. Bd. 1903.
van der Borght, Die Bodenreform, ihre Ziele und ihre Wirkungen. 1919.

Bürger, Die gerichtsärztliche Begutachtung von Wohnungen. Zeitschr. f. Medizinalbeamte. 1910.
Eberstadt, Handbuch des Wohnungswesens und der Wohnungsfrage. 2. Aufl. 1910.
Derselbe, Neue Studien über Städtebau und Wohnungswesen. 1912.
Emmerich und Trillich, Anleitung zu hygienischen Untersuchungen. 3. Aufl. 1902.
v. Esmarch, Hygienisches Taschenbuch. 4. Aufl. 1908.
Fischer, A., Grundriß der sozialen Hygiene. 1913.
Fischer - Kißkalt, Anleitung zu den wichtigeren hygienischen und bakteriologischen Untersuchungen. 3. Aufl. 1918.
Flügge, Großstadtwohnungen und Kleinhaussiedelungen. 1916.
Fuchs, Die Wohnungs- und Siedelungsfrage nach dem Kriege. 1918.
Graßberger, Hygiene der Wohnungspflege. Zeitschr. f. öffentl. Gesundheitspflege. 1914.
Gretzschel, Das Wohnungswesen in Weyls Handb. d. Hyg. 2. Aufl. 4. Bd. 1914.
Grotjahn und Kaup, Handwörterbuch der sozialen Hygiene. 1912.
Haller, Der derzeitige Stand der Staubbekämpfung auf Straßen. 1917.
v. Hövell, Die gerichtsärztliche Begutachtung von Wohnungen. Vierteljahrschr. f. gerichtl. Medizin. 53. Bd. 1917.
Hüppe, Wohnung und Gesundheit in Weyls Handb. d. Hyg. 2. Aufl. 4. Bd. 1914.
Jannasch, Die gerichtsärztliche Begutachtung von Wohnungen. Wien. klin. Rundschau. 1911.
Kuczinski, Die Wohnungsfrage nach dem Kriege. Bericht üb. d. Vers. d. Deutsch. Vereins f. öff. Gesundheitspfl. 1918,
Lehmann, K. B., Die Methoden der praktischen Hygiene. 2. Aufl. 1901.
Pohle, Die Wohnungsfrage. 1910.
Ramann, Bodenkunde. 3. Aufl. 1911.
Rath, Wohnungsaufsicht in Weyls Handb. d. Hyg. 2. Aufl. 4. Bd. 1914.
Steinberger, Die Wohnung und die Wohnungsfeuchtigkeit. 1914.
Stölzel, Wohnungsgesetzgebung in Preußen. 1918.
Stübben und Brix, Hygiene des Städtebaus in Weyls Handb. d. Hyg. 2. Aufl. 4. Bd. 1914.
Szalla, Straßenhygiene in Weyls Handb. d. Hyg. 2. Aufl. 2. Bd. 1918.
Uhlenhuth - Dold, Hygienisches Praktikum. 1914.
Wahnschaffe, Anleitung zur wissenschaftlichen Bodenuntersuchung. 2. Aufl. 1903.

C. Unterbringung von Kranken, Obdachlosen, Reisenden und Gefangenen.

Baer, Die Hygiene des Gefängniswesens. 1897.
Diesener, Einrichtung, Verwaltung und Betrieb der Krankenhäuser in Weyls Handb. d. Hyg. 2. Aufl. 5. Bd. 1912.
Grober, Das deutsche Krankenhaus. 1911.
Hoffmann, Gefängnishygiene. Vierteljahrschr. f. gerichtl. Medizin. 1906.
Kißkalt, Gefängnisse im Handb. d. Hyg. von Rubner - v. Gruber - Ficker. 4. Bd. 1912.
Merkel - Schmieden - Boethke, Krankenhäuser im Handb. der Hyg. von Rubner - v. Gruber - Ficker. 4. Bd. 1912.
Rubner, Betrachtungen zur Krankenhaushygiene. Gedenkschr. f. Leuthold. 1. Bd. 1906.
Schreber, Obdachlosenasyle, Herbergen, Schlafhäuser, Ledigenheime, Volksküchen und Wärmehallen in Weyls Handb. d. Hyg. 2. Aufl. Erg.-Bd. 1918.
Thel, Grundsätze für den Bau von Krankenhäusern. 2. Aufl. 1914.

Siebenter Abschnitt.

Einteilung, Ziele, Erfolge und Organisation der Gesundheitspflege.

I. Einteilung und Ziele.

Die Befolgung der Lehren der Hygiene soll den Menschen nicht in den Stand setzen, lediglich lange zu leben, sondern sie soll ihn vor allem möglichst lange arbeitsfähig und schaffensfreudig erhalten. „Vita non est vivere sed valere.“ Die wissenschaftliche Hygiene zeigt uns die Grundsätze, nach denen wir handeln sollen, aber es geht nicht immer an, daß wir im wissenschaftlichen Sinne streng hygienisch leben, denn die Hygiene ist nicht Selbstzweck, sondern nur Mittel zum Zweck. So müssen im Leben oft Kompromisse geschlossen werden zwischen dem, was theoretisch erstrebenswert und dem, was praktisch erreichbar ist. Man wird höchstens in den hygienischen Forderungen um deswillen unbedenklich etwas weit gehen können, weil die Erfahrung lehrt, daß doch gewöhnlich nur ein gewisser Bruchteil der Anforderungen wirklich erfüllt wird. Auf der anderen Seite sind aber zu übertriebene Forderungen bedenklich, weil das Volk, ihre Undurchführbarkeit bald erkennend, nur zu leicht mit Mißtrauen gegen eine derartige Lehre erfüllt wird. Übertreibungen der unsere Gesundheit bedrohenden Gefahren erzeugen bei manchen Personen zudem oft Besorgnisse (Bazillenfurcht!), die zu einer unerwünschten Verweichlichung führen können. So heißt es, wenn man nützliche Gesundheitspflege treiben will, auch hier wieder, einen mittleren Weg einschlagen.

Die Gesundheitspflege läßt sich nach verschiedenen Gesichtspunkten in Gruppen unterteilen. So kann man von einer öffentlichen und einer persönlichen, einer wissenschaftlichen und einer praktischen Gesundheitspflege sprechen, und neuerdings wird mit Vorliebe die soziale Hygiene als ein besonderes Gebiet der Gesundheitspflege hingestellt. Bei näherer Überlegung wird man zugeben müssen, daß die Grenzen zwischen allen diesen Gruppen nicht starr, sondern sehr flüssig sind und daß eine befriedigende Scheidung daher großen Schwierigkeiten begegnet. Am schärfsten läßt sich die öffentliche von der persönlichen Hygiene trennen. Erstere verlangt von dem einzelnen weder besondere Opfer noch Kenntnisse. Sie behütet den Menschen, ohne daß er dessen oft sich bewußt ist, sie kommt der ganzen Masse des Volkes, gleichgültig welchen Standes und Bildungsgrades, zugute und muß daher als der praktisch wichtigste Teil der Gesundheitspflege betrachtet werden. Demgegenüber ist die persönliche Hygiene Sache des einzelnen oder der Familie.

Ihre Ausübung ist nur möglich auf Grund erworbener Kenntnisse über das Verhalten des Körpers den Einflüssen der Umwelt gegenüber oder infolge eines durch zweckmäßige Erziehung, d. h. eine „hygienische Kinderstube", erzeugten gewohnheitsmäßigen unbewußten Verhaltens in gesundheitlichen Fragen. Sie ist daher bei den unteren Bevölkerungsschichten zur Zeit noch mehr oder minder unbekannt.

A. Fischer zerlegt die öffentliche Hygiene in zwei Teile, die physische Hygiene, die sich mit den Einflüssen der natürlichen, und die soziale Hygiene, die sich mit den Einflüssen der sozialen Umwelt auf die Gesundheitsverhältnisse befaßt. Die soziale Hygiene setzt sich nach ihm wieder aus der sozialen Pathologie, der sozialen Prophylaxe und der sozialen Medizin zusammen.

Nach Grotjahn ist die soziale Hygiene die Lehre von den Bedingungen der Verallgemeinerung der hygienischen Kultur unter einer Gesamtheit von örtlich, zeitlich und gesellschaftlich zusammengehörigen Individuen und deren Nachkommen, sowie von den Maßnahmen, die diese Bedingungen zu modifizieren und zu rationalisieren imstande sind. Die soziale Hygiene kann nur Fragen hygienischer Art behandeln, die mit dem Gesellschafts-, Gemeinschafts- und Genossenschaftsleben der Menschen in Beziehung stehen.

Nach der in dem vorliegenden Buche schon mehrmals betonten Begrenzung des zu behandelnden Stoffes haben wir uns im wesentlichen mit der sozialen Prophylaxe zu befassen.

Durch die sozialen Verhältnisse gefährdet sind vor allem die noch nicht Erwachsenen, also Säuglinge, Kleinkinder, Schulpflichtige und Schulentlassene, unter den Erwachsenen dann bestimmte Kategorien von Menschen, so vor allem die werdenden Mütter und Mütter in der Laktationszeit, ferner die arbeitende Klasse in weitestem Umfange, namentlich soweit jugendliche und weibliche Arbeiter in Frage kommen. Unter den Kranken bedürfen in erster Linie diejenigen Tuberkulösen und Tuberkulosebedrohten, bei denen Aussicht auf Wiederherstellung ihrer Arbeitsfähigkeit besteht, ferner die Trinker und die Geschlechtskranken der Fürsorge. Da die soziale Fürsorge, um Erfolge zu erzielen, sich nicht auf die Personen beschränken darf, sondern auch den Quellen nachgehen muß, aus denen die Gefährdung stammt, so gehören in das Gebiet der sozialen Fürsorgetätigkeit bis zu einem gewissen Grade auch die Wohnungsfürsorge, die Gewerbehygiene, die Nahrungsmittelversorgung. Daraus ergibt sich schon, daß das Gebiet, auf dem sich die soziale Fürsorge betätigt, ein sehr großes ist und sich in weitem Umfange mit dem Arbeitsfeld der übrigen Hygiene deckt. Es fehlt der Raum, um an dieser Stelle auf die Fürsorgetätigkeit im Zusammenhange näher einzugehen, es erübrigt sich dies auch zum Teil dadurch, daß bei den einzelnen Kapiteln (vgl. z. B. Alkoholismus, Ernährung, Hygiene der Entwicklung und Fortpflanzung, Hygiene der Berufstätigkeit, Tuberkulose, Wohnungshygiene) auf die wichtigsten Punkte bereits hingewiesen worden ist. Die dort gemachten Ausführungen brauchen daher nur noch durch wenige Bemerkungen ergänzt zu werden.

Bei dem größten Teile der Fürsorgetätigkeit ist die Mitwirkung der Frau unerläßlich. Die Fürsorgeschwester oder Fürsorgerin bedarf aber zur erfolgreichen Ausübung ihres Berufes einer guten Ausbildung, die naturgemäß nach der Wahl der Fürsorgetätigkeit etwas verschieden sein wird. Im allgemeinen wird nach Absolvierung eines Lyzeums oder

nach Erlangung einer anderen genügenden Allgemeinbildung die Ablegung der staatlichen[1]) Krankenpflegeprüfung und daraufder Besuch einer sozialen Frauenschule oder einer Wohlfahrtsschule, wie sie mit gutem Erfolge z. B. in Cöln seit dem 1. April 1914 besteht, nötig sein. (Preußische Vorschriften über die staatliche Prüfung von Fürsorgerinnen vom 10. Sept. 1918.) Nach einem Ministerialerlaß vom 29. März 1919 gelten diese Vorschriften aber in erster Linie für die Regelung der Ausbildung und Prüfung von Kreisfürsorgerinnen bzw. von Fürsorgerinnen in leitender Stellung. Helferinnen für örtliche Fürsorge brauchen in der Regel eine Wohlfahrtsschule nicht zu besuchen.

Durch den preußischen Ministerialerlaß vom 19. August 1914 ist die Errichtung von Zentralstellen empfohlen worden, von welchen aus alle Zweige der Fürsorgetätigkeit tunlichst nach einheitlichen Grundsätzen zu regeln sein werden. Überall dort, wo die Fürsorgetätigkeit nicht von besonderen Vereinen und Organisationen ausgeübt wird, empfiehlt sich die Einrichtung von Kreisfürsorgeämtern. Insbesondere erscheint die Zusammenfassung der verschiedenen Maßnahmen der Jugendfürsorge in sog. Jugendämtern notwendig. Auch die Gesetzgebung wird sich mit der Jugendfürsorge besonders zu befassen haben, in Form eines Reichsgesetzes. Daß bei allen Fürsorgebestrebungen der ärztlichen Mitarbeit ein breites Feld eingeräumt werden muß, ist selbstverständlich.

Der Fürsorge sind nicht nur die Angehörigen der untersten Bevölkerungskreise bedürftig, auch der Mittelstand hat eine derartige Hilfe in vielen Fällen nötig.

Von Vereinigungen, welche auf dem Gebiete der sozialen Fürsorge eine dankenswerte Tätigkeit entfalten, mögen außer den bereits an anderen Stellen genannten erwähnt werden: Die Zentrale für Volkswohlfahrt (seit 1906), hervorgegangen aus der 1891 begründeten Zentralstelle für Arbeiterwohlfahrtseinrichtungen, die Deutsche Zentrale für Jugendfürsorge E. V. (seit 1907) und die Zentrale für private Fürsorge, E. V. Beachtenswert sind auch die Bestrebungen der im Jahre 1916 begründeten Badischen Sozialhygienischen Gesellschaft. In Anbetracht dessen, daß Aufklärung über hygienische Fragen allerorten not tut, ist durch Ministerialerlaß vom 12. Oktober 1919 in Preußen ein Landesausschuß für hygienische Volksbelehrung gebildet worden.

Man hat den hygienischen Maßnahmen wohl den Vorwurf gemacht, daß sie zu einer allmählichen Entartung des Volkes führen müßten, weil sie die physische Qualität der Menschheit durch die künstliche Bewahrung ihrer schwächsten Glieder herabsetzten und den Eintritt der natürlichen Auslese im Darwinschen Sinne verhinderten. Diese Anschauung wird zur Zeit von der überwiegenden Mehrzahl der Hygieniker nicht mehr geteilt, vielmehr wird es bestritten, daß unter dem Einfluß gesundheitlicher Maßnahmen eine Degeneration der Bevölkerung zustande kommt. Durch die Gesundheitspflege werden ja nicht nur die Schwächlichen, sondern auch die gesundheitlich Vollwertigen geschützt und vor den mannigfachen Gelegenheiten bewahrt, Schaden zu nehmen. Die Hygiene kommt also beiden in gleicher Weise zugute. Schon aus diesem Grunde sind die gemachten Vorwürfe widersinnig. Militärischerseits angestellte sanitätsstatistische Erhebungen haben in der Tat ergeben,

[1]) Vorschriften über die staatliche Prüfung der Krankenpflegepersonen. Bundesratsbeschluß vom 22. März 1906.

daß das zur Aushebung gelangende Menschenmaterial nicht körperlich minderwertiger geworden, sondern im wesentlichen unverändert geblieben ist.

Eine andere Frage ist aber, ob es nicht unter Umständen geboten ist, eine künstliche Auslese eintreten zu lassen, indem man geistig und körperlich minderwertige Personen von der Fortpflanzung ausschließt. Es kommen hier, wie schon in dem Abschnitt „Hygiene des geschlechtsreifen Alters“ erwähnt, nicht nur Eheverbote in Betracht, sondern auch die künstliche Unfruchtbarmachung, wie sie beispielsweise in einigen nordamerikanischen Staaten Verbrechern und Irren gegenüber gesetzlich erlaubt ist. Vom Standpunkt der Fortpflanzungshygiene („Eugenik“) aus und aus volkswirtschaftlichen Gründen läßt sich für ein solches Vorgehen manches ins Feld führen; indessen wird man im Hinblick darauf, daß unsere Kenntnisse von der Vererbung angeborener und erworbener Eigenschaften noch nicht lückenlos sind, einstweilen noch von derartigen einschneidenden Eingriffen Abstand nehmen müssen.

Wegen der rassenhygienischen Bestrebungen muß im übrigen auf die Literatur verwiesen werden.

II. Statistisches.

Ob wir mit unseren hygienischen Bestrebungen den richtigen Weg eingeschlagen haben, müssen uns die Ergebnisse der Gesundheitsstatistik zeigen.

Als Maßstab dient die Beeinflussung der Sterblichkeit und der Erkrankungsziffern und um diese beurteilen zu können, müssen einige grundlegende Angaben über den Aufbau und die Bewegung der Bevölkerung vorausgeschickt werden. Als letztes der in Betracht kommenden Jahre ist das Jahr 1913 gewählt worden, einmal, weil die Durcharbeitung des gesamten späteren statistischen Materiales zur Zeit noch nicht abgeschlossen ist und ferner, weil der Weltkrieg mit seinen in das Leben und die Gesundheit der Bevölkerung tief einschneidenden Einflüssen so ungewöhnliche Verhältnisse geschaffen hat, daß die Zahlen des Jahres 1914 und namentlich der folgenden sich ohne weiteres mit den früheren nicht in Vergleich stellen lassen.

A. Geburten und Todesfälle.

Seit der Gründung des Deutschen Reiches (1871) hat sich die Einwohnerzahl Deutschlands von 41 Millionen auf 67 Millionen vermehrt, und zwar wohnten (nach Flügge)

	In Großstädten über 100 000 Einwohnern	In Städten mit mehr als 15 000 Einwohnern	In kleinen Städten und auf dem Lande
1885	—	21,1%	78,9%
1910	21,3%	37,3%	62,7%

Von der preußischen Bevölkerung lebten im Jahre 1871 etwa 5%, 1910 aber über 20% in Großstädten mit über 100000 Einwohnern.

Es hat also eine Verschiebung der Bevölkerung vom Lande nach den Städten hin stattgefunden.

In den folgenden Tabellen sind auf Grund der im Reichsgesundheitsamt berechneten Werte die wichtigsten Zahlen über Bevölkerung, Geborene und Gestorbene für die Zeit 1901/13 zusammengestellt:

1. Absolute Zahlen.

Jahre (bzw. Durchschnitt des Jahrfünfts)	Mittl. Gesamtbevölkerung in Millionen	Lebendgeborene	Das 1. Jahr überlebende	Gestorbene
1901/05	58,6	2 010 000	1 610 000	1 170 000
1906/10	62,9	1 990 000	1 640 000	1 100 000
1913	67,0	1 840 000	1 560 000	1 000 000
1918[1]	—	945 000	—	1 630 000

Es erhellt aus diesen Zahlen einmal die starke Zunahme der Bevölkerung, sodann die allmähliche Abnahme der Geburten und der Todesfälle und die weitere Abnahme der Geburten und Zunahme der Todesfälle im Jahre 1918. Der Rückgang der absoluten Zahl der Gestorbenen hat bereits seit dem Jahrzehnt 1881/90 begonnen. Der Überschuß der Geborenen über die Gestorbenen ist im Jahre 1913 immer noch beträchtlich. Deutlicher wird die Sachlage bei Betrachtung der Verhältniszahlen.

2. Verhältniszahlen.

Auf je 1000 der mittleren Bevölkerung entfielen:

In den Jahren	Lebendgeborene	Das 1. Jahr überlebende	Gestorbene	Mehr Geborene als Gestorbene
1901/05	34,3	27,5	19,9	14,4
1906/10	31,6	26,1	17,5	14,1
1913	27,5	23,3	15,0	12,4

Die Sterbezahl 15 ist die bisher niedrigste Durchschnittszahl für Deutschland. Zum Vergleich seien für 1913 folgende Sterbezahlen einiger fremder Länder angeführt: Holland: 12,3; England und Wales: 13,7; Frankreich: 17,8; Italien: 18,8; Österreich: 20,2; Ungarn: 23,5.

Der Geburtenüberschuß war in einigen fremden Ländern geringer als im Deutschen Reiche (12,4), nämlich in England: 10,2; Österreich: 9,5; Frankreich sogar nur: 1,0. Den Gipfel des Geburtenüberschusses hatte Deutschland im Jahre 1906 erreicht. Seitdem besteht ein Abstieg.

Der Abnahme der Sterbeziffer entspricht die Zunahme der sog. mittleren Lebenserwartung, d. h. der Zahl, die besagt, wie viele Jahre eine Person von einem gewissen Alter im Durchschnitt noch zu leben hat. Sie wurde z. B. berechnet für die Zeit

3. Mittlere Lebenserwartung.

	Für einen 10jährigen Knaben	Für ein 10jähriges Mädchen
[illegible] auf	47,75 Jahre	49,69 Jahre
[illegible] „	49,66 „	51,71 „
[illegible] „	51,16 „	53,35 „

[1] Zum Vergleich. Nur Schätzung, keine amtlichen Zahlen.

B. Die Sterblichkeit der verschiedenen Altersklassen und Berufskreise.

Es verteilte sich die Sterblichkeit nach dem Alter um die Mitte des Jahres 1913 auf je 1000 der Bevölkerung gleichen Alters und Geschlechts wie folgt:

Alter in Jahren	Männlich	Weiblich
1. Lebensjahr, bzw. Lebendgeborene	163,9	136,7
1—15	5,5	5,4
15—30	4,2	3,9
30—60	10,5	8,6
60—70	42,8	34,9
70 und mehr	115,3	108,0
Im Ganzen	15,7	14,3
	Männlich + Weiblich 15,0	

Aus dieser Tabelle ergibt sich zunächst die erschreckende Höhe der Säuglingssterblichkeit, verglichen mit der Sterblichkeit in anderen Lebensaltern, ferner die geringere Sterblichkeit des weiblichen Geschlechts. Der Umstand, daß mehr Knaben als Mädchen geboren werden, wird durch die höhere Sterblichkeit der männlichen Säuglinge ausgeglichen. Der absolute Frauenüberschuß war in den Jahren vor dem Kriege etwas im Rückgang begriffen. Immerhin kamen im Jahre 1913 auf 100 Männer noch 102,6 Frauen. Durch die Männerverluste im Kriege ist das Verhältnis weiter nach der Frauenseite hin verschoben worden.

Die medizinische Statistik fußt hauptsächlich auf der Feststellung der Sterbeziffern, der Mortalität, da nur über sie, soweit die Gesamtbevölkerung in Betracht kommt, vollständige Erhebungen vorliegen. Auch diese sind indessen leider dadurch ungleichwertig, daß die Leichenschau noch nicht überall eine ärztliche, die Feststellung der Todesursachen hierdurch also nicht immer zuverlässig ist. Demgegenüber ist die Feststellung der Erkrankungsziffern, der Morbidität, nur bei dem Teil der Bevölkerung möglich, die den Krankenkassen zugehört und bei den von anzeigepflichtigen Krankheiten befallenen Personen.

Über den Einfluß des Berufs auf Morbidität und Mortalität gibt die Bearbeitung des Materials der Leipziger Ortskrankenkasse aus den Jahren 1887—1905 Auskunft. Die einzelnen Zahlen hierüber findet man bei Prinzing (s. Literatur).

Eine hohe Mortalität weisen z. B. auf: Steinmetzen, Metallschleifer, Bierbrauer, Küfer, Arbeiter in Papierfabriken, Zementfabriken, Tabakfabriken usw. Die Tuberkulose ist hierbei an der hohen Sterblichkeit besonders beteiligt.

Von nicht geringem Einfluß sind, wie zu erwarten, die soziale Lage des einzelnen und die meist damit zusammenhängenden Wohnungsverhältnisse. Die hier vorhandenen Unterschiede machen sich vor allem in bezug auf die Säuglingssterblichkeit und die Tuberkulose bemerkbar.

Lebens- und Arbeitsverhältnisse auf dem Lande und in der Stadt sind so verschieden, daß man auch einen großen Unterschied in den Gesundheitsverhältnissen zwischen Land- und Stadtbevölkerung erwarten müßte. Das ist aber im allgemeinen nicht der Fall. Das Aufblühen gesundheitlicher Einrichtungen in den Städten hat die Faktoren, welche eine höhere Sterblichkeit bedingen könnten, wie enges Zusammenwohnen, Mangel an Licht, Luft und Bewegung usw. abgeglichen, so daß von einer durchwegs höheren Sterblichkeit der Städter nicht gesprochen werden kann. Es kommt auf die einzelnen Altersklassen und Krankheiten an. So ist die Säuglingssterblichkeit auf dem Lande durchschnittlich erheblicher als in den Städten, die Diphtherie fordert auf dem Lande mehr Opfer als in der Stadt, dagegen dürfte die Verbreitung der Tuberkulose in den Städten größer sein als bei den Landleuten.

Die Wechselbeziehungen zwischen Stadt und Land sind oft Gegenstand der Erörterung gewesen. Die auf dem Lande so häufigen Mängel der Wasserversorgung und Abwässerbeseitigung und die sich daraus ergebende Unsauberkeit, die oft kümmerlichen Wohnungsverhältnisse, der Mangel an Ärzten, Krankenhäusern und Pflegepersonal bringen es mit sich, daß gewisse Infektionskrankheiten, wie Typhus, Ruhr und dgl. auf dem Lande besonders häufig sind und sich leichter ausbreiten können. Infektionen von Nahrungsmitteln sind dann nicht selten die Folge und da das Land die Städte mit Nahrungsmitteln beliefert, so nimmt es nicht wunder, daß Einschleppungen von Infektionskrankheiten vom Lande nach der Stadt vorkommen. Eine besonders bedenkliche Rolle spielt dabei bekanntlich die Milch. Auch das aus Notschlachtungen und privaten Schlachtungen auf dem Lande herrührende Fleisch ist manchmal Träger von Infektionserregern.

So wünschenswert eine Besserung der allgemeinen hygienischen Verhältnisse auf dem Lande ist, so schwierig ist sie, da der Landbevölkerung vielfach das Verständnis für die einfachsten gesundheitlichen Grundsätze fehlt und weil nur solche Verbesserungen eingeführt zu werden pflegen, welche zugleich der Landbevölkerung wirtschaftliche Vorteile bringen. Immerhin hat sich durch Beispiel und Belehrung auch auf dem Lande schon mancher hygienische Fortschritt erreichen lassen. Dem Kreisarzt, den Gesundheitskommissionen, den Frauenvereinen usw. bietet sich hier ein großes Feld zur Betätigung.

C. Die häufigsten Todesursachen.

Einen Überblick über die häufigsten Todesursachen mögen die folgenden Zahlen geben, die der Statistik für das Jahr 1913 entnommen sind.

Auf je 10 000 der mittleren Bevölkerung trafen im Deutschen Reiche Sterbefälle an:

Erkrankungen der Kreislaufsorgane (Herz usw.)	16,1
Altersschwäche	15,4
Magendarmkrankheiten (ausschl. Krebs)	12,9
Lungentuberkulose	12,2
Lungenentzündung	11,9
Krebs	8,2
Erkrankungen des Nervensystems	7,6
Gehirnschlag	6,1
Unglücksfälle und Gewalt (ohne Selbstmord)	3,8
Diphtherie und Krupp	1,8
Masern	1,7
Scharlach	0,9
Influenza	0,8
Typhus	0,3

Ähnliche Zahlen ergaben die vorhergehenden Jahre.

Die folgende Zusammenstellung läßt besonders die Bedeutung der Infektionskrankheiten für die Sterblichkeit erkennen.

Häufigkeit der einzelnen Todesursachen im Deutschen Reiche (ohne beide Mecklenburg) im Jahre 1913.

Gesamtzahl der Todesfälle: 992 645.

Es starben an (nur die wichtigsten Erkrankungen sind genannt):

Infektionskrankheiten (einschl. Kindbettfieber und Lungenentzündung)	234 070	= 23,6 %
Krankheiten der Kreislauforgane	106 413	= 10,7 %
Altersschwäche	101 748	= 10,3 %
Magen- und Darmkatarrh, Brechdurchfall	85 245	= 8,6 %
Andere Krankheiten der Verdauungsorgane	30 152	= 3,0 %
Krankheiten der Atmungsorgane	53 094	= 5,4 %
Krebs	54 253	= 5,5 %
Gehirnschlag	40 244	= 4,1 %
Andere Krankheiten des Nervensystems	46 123	= 4,6 %
Krankheiten der Harn- und Geschlechtsorgane	20 744	= 2,1 %
Selbstmord	15 494	= 1,6 %
Angeborene Lebensschwäche	67 370	= 6,8 %

D. Abnahme der Todesfälle allgemein und bei einzelnen Krankheiten.

Will man die Erfolge der Gesundheitspflege aus der Abnahme der Sterbefälle ersehen, so wird man die Zahlen der Gesamtsterblichkeit und die Zahlen der Todesfälle an solchen Krankheiten aus verschiedenen Zeiten miteinander vergleichen müssen, die erfahrungsgemäß durch hygienische Maßnahmen am ehesten zu beeinflussen sind, wie z. B. Diphtherie, Typhus und Tuberkulose, ferner auch die Säuglingssterblichkeit.

1. Gesamtsterblichkeit.

Nach Prinzing betrug die allgemeine Sterblichkeit auf je 1000 Einwohner z. B. in Berlin

1801—1820	36,6
1821—1840	30,6
1841—1860	27,3
1861—1880	**32,3**
1881—1900	23,0
1901—1905	17,9

Im Verwaltungsbezirk Berlin war ferner die Sterblichkeit im Jahre 1913 auf 13,3 auf 1000 herabgesunken.

2. Diphtherie.

An der Diphtherie starben auf je 10 000 Einwohner der größeren Städte in Deutschland:

1889	10,9
1890	10,1
1891	8,5
1892	9,7
1893	12,6

1894	**10,2**
1895	5,4
1896	4,3
1897	3,5
1898	3,4
1899	3,2

und von einer Million Lebender in Preußen

1889/94	1439	jährlich
1895/1911	417	,,
1913	180	,,

Ähnliche Zahlen gelten für das Reich.

Der Abfall der Mortalität an Diphtherie um die Mitte der neunziger Jahre hängt unzweifelhaft zusammen mit der Ausbreitung der Behringschen Serumtherapie. (Vgl. Abb. 41.)

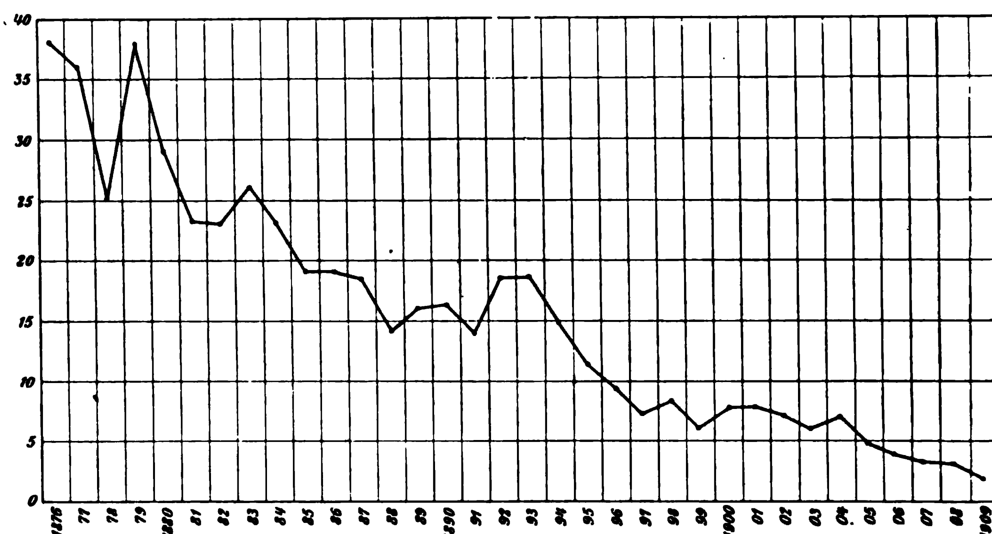


Abb. 197. Typhussterblichkeit in der Pfalz, berechnet auf je 100000 Einwohner für die Zeit von 1876 bis 1909. (Nach Demuth.) (Aus dem 41. Bd. der Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamt.)

3. Typhus.

Nach Gaffky starben an Typhus von je 10 000 Lebenden in Preußen:

1890	2,4
1900	1,4
1905	0,8
1910	0,4

Im Jahre 1913 betrug die Sterblichkeit an Typhus in Preußen 0,3, desgleichen im Deutschen Reiche.

Die Abb. 197 zeigt die Abnahme der Typhussterklichkeit in der Pfalz auf je 100000 Einwohner für die Zeit von 1876—1909. (Vgl. S. 42.)

Wegen der Abnahme der Typhussterblichkeit in Berlin vgl. die Abb. 173 auf S. 428. Der Ausbau der Kanalisation Berlins fällt in die Jahre 1876 und folgende und ist daher an dem Abfall seit 1880 nicht unbeteiligt.

4. Tuberkulose.

Die Sterbefälle an Tuberkulose nahmen (nach Abel) in der Zeit von 1875—1910 in Preußen fast gleichmäßig von 32 auf 15 auf je 10 000 Lebende ab. Im Jahre 1913 betrug die Sterblichkeit an Tuberkulose der Lungen 11,9 auf 10 000, die anderer Organe 1,6. Für das Reich (ohne Mecklenburg) waren die entsprechenden Zahlen für 1913: 12,2 und 1,9 auf je 10 000 Lebende. Vgl. hierzu auch die Abb. 37.

5. Pocken.

Der gewaltigste Rückgang der Sterblichkeit ist zu verzeichnen bei den Pocken. Vgl. hierzu Abb. 45.

6. Säuglingssterblichkeit.

Auch die Säuglingssterblichkeit hat abgenommen, wenn auch nicht in dem wünschenswerten Maße; so starben von hundert Lebendgeborenen im ersten Lebensjahr:

1891/1900	21,6
1909	17,0
1913	15,1

Dabei war die Sterblichkeit der unehelich geborenen Säuglinge im allgemeinen um mehr als die Hälfte größer als die der ehelich geborenen.

Die bisher erzielten Erfolge bei den genannten Krankheiten sind also fast durchwegs befriedigend. Auf der anderen Seite haben wir aber auch Krankheiten zu verzeichnen, die im Laufe der Zeit eine Zunahme erfahren haben, nämlich die karzinomatösen Affektionen. Da die Ätiologie des Krebses nicht feststeht, fehlt es an jedem Mittel zu seiner ursächlichen Bekämpfung. Im übrigen ist es möglich, daß die Zunahme der Krebserkrankungen zum Teil vorgetäuscht wird, weil die Diagnose auf diese Erkrankung jetzt schärfer gestellt werden kann als in früheren Zeiten.

III. Organisation des Gesundheitswesens im Deutschen Reiche und in Preußen.

Nach der alten Reichsverfassung (Artikel 4, Nr. 15) unterlagen die Maßregeln der Medizinal- und Veterinärpolizei der Beaufsichtigung seitens des Reichs und seiner Gesetzgebung. Die Regelung gesundheitlicher Fragen erfolgte früher teils unmittelbar durch die Gesetzgebung, durch den Erlaß Kaiserlicher oder bundesrätlicher Verordnungen oder durch Verordnungen des Reichskanzlers, teils dadurch, daß der Erlaß gleichartiger Vorschriften durch die einzelnen Bundesregierungen im Bundesrate vereinbart werde. Dem Reich stand zwar die Überwachung der Ausführung der Verordnungen zu, die Vollzugsgewalt selbst lag aber bei den einzelnen Bundesstaaten. Für einzelne besondere Fälle konnten Reichskommissare ernannt werden. Nach dem Artikel 7 der neuen Reichsverfassung vom 31. Juli 1919 hat das Reich die Gesetzgebung u. a. über

die Bevölkerungspolitik, die Mutterschafts-, Säuglings-, Kinder- und Jugendfürsorge; das Gesundheitswesen, das Veterinärwesen und den Schutz der Pflanzen gegen Krankheiten und Schädlinge; den Verkehr mit Nahrungs- und Genußmitteln, sowie mit Gegenständen des täglichen Bedarfs; das Gewerbe und den Bergbau.

Die technische Zentralbehörde zur Beratung des Reichskanzlers (des Reichsministeriums des Innern, früher Reichsamt des Innern) in gesundheitlichen Fragen ist das im Jahre 1876 gegründete Reichs-Gesundheitsamt (früher Kaiserliches Gesundheitsamt) in Berlin, dem seinerseits wieder als beratende Körperschaft auf Grund des § 43 des Reichsgesetzes, betr. die Bekämpfung gemeingefährlicher Krankheiten vom 30. Juni 1900 der Reichs-Gesundheitsrat angegliedert ist. Das Reichsgesundheitsamt mit einem Verwaltungsbeamten an der Spitze zerfällt in 4 unter fachmännischer Leitung stehende Abteilungen zur Erledigung chemisch-hygienischer, medizinischer, veterinärpolizeilicher und bakteriologischer Aufgaben. Die chemisch-hygienische Abteilung umfaßt ein nahrungsmittelchemisches, ein hygienisches, ein physiologisch-pharmakologisches und ein pharmazeutisches Laboratorium. Der Reichs-Gesundheitsrat, der sich aus hervorragenden Fachleuten Deutschlands auf den vom Gesundheitsamt zu bearbeitenden Fragen zusammensetzt, gliedert sich in neun Ausschüsse, die jeweils zu notwendigen Beratungen vom Präsidenten des Gesundheitsamts einberufen werden und unter seinem Vorsitz tagen.

In Preußen war das Medizinalwesen (ausschließlich des militärischen und mit Ausnahme der Universitätsanstalten und des Instituts für experimentelle Therapie in Frankfurt a. M.) seit dem 1. April 1911 wieder dem Ministerium des Innern unterstellt. Die Medizinalabteilung dieses Ministeriums ist am 1. Sept. 1919 in dem Preußischen Ministerium für Volkswohlfahrt aufgegangen. Beratende wissenschaftliche Behörde für den Minister ist die wissenschaftliche Deputation für das Medizinalwesen. Der Medizinalabteilung, welche seit 1911 von einem ärztlichen Direktor geleitet wird, sind unterstellt: das Institut für Infektionskrankheiten „Robert Koch" in Berlin, die Landesanstalt für Wasserhygiene in Berlin-Dahlem, die hygienischen Institute in Posen, Beuthen, Saarbrücken, eine Reihe von staatlichen Untersuchungs-Ämtern und Stellen und die Anstalten zur Gewinnung tierischer Lymphe, doch kann der Minister auch die übrigen hygienischen Institute von preußischen Universitäten, das Institut für Hygiene und Bakteriologie in Gelsenkirchen und gewisse städtische Institute bzw. Untersuchungsämter in Anspruch nehmen. Auch die Desinfektorenschulen, Auswandererkontrollstationen und Quarantäneanstalten gehörten bisher in den Geschäftsbereich des Ministeriums des Innern.

Von den Mittelbehörden haben die Oberpräsidien nur durch Erlaß von Verordnungen auf gesundheitlichem Gebiet für die Provinz unter Mitwirkung des Provinzial-Medizinal-Kollegiums, durch die Aufsicht über die Ärztekammern usw. einen beschränkten Einfluß auf die Überwachung des öffentlichen Gesundheitswesens, die wichtigste Aufsichtsbehörde auf diesem Gebiet ist vielmehr der Regierungspräsident (in Berlin der Polizeipräsident) mit seinem medizinisch-technischen Beirat, dem Regierungs- und Medizinalrat. Er hat auf hygienischem Gebiet für die Ab-

wehr der ansteckenden Krankheiten zu sorgen, das Nahrungsmittelwesen, die Wasserversorgung und die Abwässerbeseitigung, sowie die Gesundheitszustände in den gewerblichen Betrieben zu überwachen. Mit Zustimmung des Bezirksausschusses konnte der Regierungspräsident Polizeiverordnungen für den Regierungsbezirk auf gesundheitspolizeilichem Gebiete erlassen.

Ob und in welchem Umfange etwa Änderungen in der Organisation des Medizinalwesens im Reich und in Preußen eintreten werden, läßt sich zur Zeit der Drucklegung dieses Buches noch nicht sagen.

Nach dem Beschluß der preußischen Staatsregierung vom 7. Nov. 1919 sind u. a. folgende, bisher von verschiedenen Ministerien wahrgenommene Geschäfte ganz oder teilweise auf das neugebildete Ministerium für Volkswohlfahrt übergegangen:

1. Vom Ministerium des Innern: die Geschäfte der Medizinalabteilung einschl. der Gesundheitspolizei; das Prostitutionswesen; die staatl. Nahrungsmitteluntersuchungsanstalt für den Landespolizeibezirk Berlin; der Säuglings- und Mutterschutz; das Pflegekinderwesen; die Fürsorge für die gefährdete und verwahrloste Jugend; Kinderfürsorge; Kreiswohlfahrtsämter; soziale Frauenschulen usw.; Armenpflege; Waisenpflege und Berufsvormundschaft.

2. Vom Ministerium für Wissenschaft, Kunst und Volksbildung: die ärztlichen Vorprüfungen; die gesundheitspolizeiliche Aufsicht über die Universitätskliniken als Heilanstalten; die Aus- und Fortbildung usw. des Schularztes; die Kleinkinder- und Schulkinderfürsorge außerhalb des Schulbetriebes; die Jugendpflege an der schulentlassenen Jugend.

3. Vom Ministerium für Handel und Gewerbe: die grundsätzlichen Fragen der Gewerbehygiene einschl. der Gewerbeärzte; die sozialhygienische Fürsorge für Arbeiter außerhalb des Betriebs; die Zentralstelle für Volkswohlfahrt.

4. Vom Ministerium für Landwirtschaft, Domänen und Forsten: die ländliche Wohlfahrtspflege.

5. Vom Präsidenten des Staatsministeriums (Staatskommissar für das Wohnungswesen) eine Reihe von Aufgaben auf dem Gebiete des Wohnungs- und Siedelungswesen.

In den untersten Verwaltungsbezirken, den Kreisen, ist der Kreisarzt der staaatliche Gesundheitsbeamte. Er ist der technische Berater des Landrats (in selbständigen Stadtkreisen des Oberbürgermeisters), untersteht aber unmittelbar dem Regierungspräsidenten. Auf Grund der Dienstanweisung vom 1. September 1909 ist den Kreisärzten ein umfangreiches Arbeitsgebiet übertragen worden. In den 125 Paragraphen dieser Dienstanweisung werden ihnen von hygienischen Aufgaben anvertraut: Wohnungshygiene, Wasserversorgung, Beseitigung der Abfallstoffe, öffentliche Wasserläufe, Verkehr mit Nahrungsmitteln, Genußmitteln und Gebrauchsgegenständen, Verhütung und Bekämpfung übertragbarer Krankheiten, Schutzpockenimpfung, Überwachung der Prostitution, Gewerbehygiene, Schulhygiene, Kleinkinderfürsorge, Fürsorge für Kranke usw., öffentliches Badewesen, Begräbniswesen.

In den Landkreisen ist der Landrat der Inhaber der Polizeigewalt.

Der Landrat kann mit Zustimmung des Kreisausschusses für den Kreis gültige Polizeiverordnungen erlassen. Für jede Gemeinde mit mehr als 5000 Einwohnern ist eine Gesundheitskommission zu gründen, deren Einberufung der Kreisarzt verlangen und an deren Sitzungen er teilnehmen kann.

Die Ortspolizeibehörde ist schließlich nach dem Polizeigesetz vom 11. März 1850 die Lokalinstanz auf gesundheitlichem Gebiete.

Nach dem § 35 der Dienstanweisung für die Kreisärzte kann der Kreisarzt bei Gefahr im Verzuge vor dem Einschreiten der Ortspolizeibehörde

die zur Verhütung der Verbreitung einer übertragbaren Krankheit zunächst erforderlichen Maßnahmen, soweit sie nach den bestehenden Vorschriften zulässig sind, anordnen. Diesen Anordnungen hat der Gemeindevorstand bis auf weiteres Folge zu leisten.

Die auf dem Gebiete der Gesundheitspflege erlassenen wichtigeren Gesetze und Bestimmungen sind bereits bei den einzelnen Kapiteln erwähnt worden.

Literatur.

Bayer, H., Über Vererbung und Rassenhygiene. 1912.
Gesundheitswesen, Das des Preußischen Staates (jährlich).
Martius, Konstitution und Vererbung in ihren Beziehungen zur Pathologie. 1914.
Medizinal-statistische Mitteilungen aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte. 19. Bd. 1917.
Mosse und Tugendreich, Krankheit und soziale Lage 1918.
Prinzing, Handbuch der medizinischen Statistik. 1906.
Derselbe, Die Gesundheitsstatistik in Abels Handb. d. prakt. Hyg. 1. Bd. 1913.
Räuber, Organisation des Gesundheitswesens durch Staat und Gemeinde im Handb. d. Hyg. von Rubner - v. Gruber-Ficker. 4. Bd. 1912.
Schallmayer, Vererbung und Auslese. Grundriß der Vererbungsbiologie. 3. Aufl. 1918.
Schneider und Kirstein, Die Organisation und die Verwaltungsmaßnahmen auf dem Gebiete der öffentlichen Gesundheitspflege. Veröffentl. a. d. Geb. d. Medizinalverw. 2. Bd. 1913.
Weber, Die Fürsorge für das öffentliche Gesundheitswesen im Deutschen Reiche. Ebenda.
Westergaard, Die Lehre von der Mortalität und Morbilität. 2. Aufl. 1901.

Sachregister.

Druck der Universitätsdruckerei H. Stürtz A. G., Würzburg.

